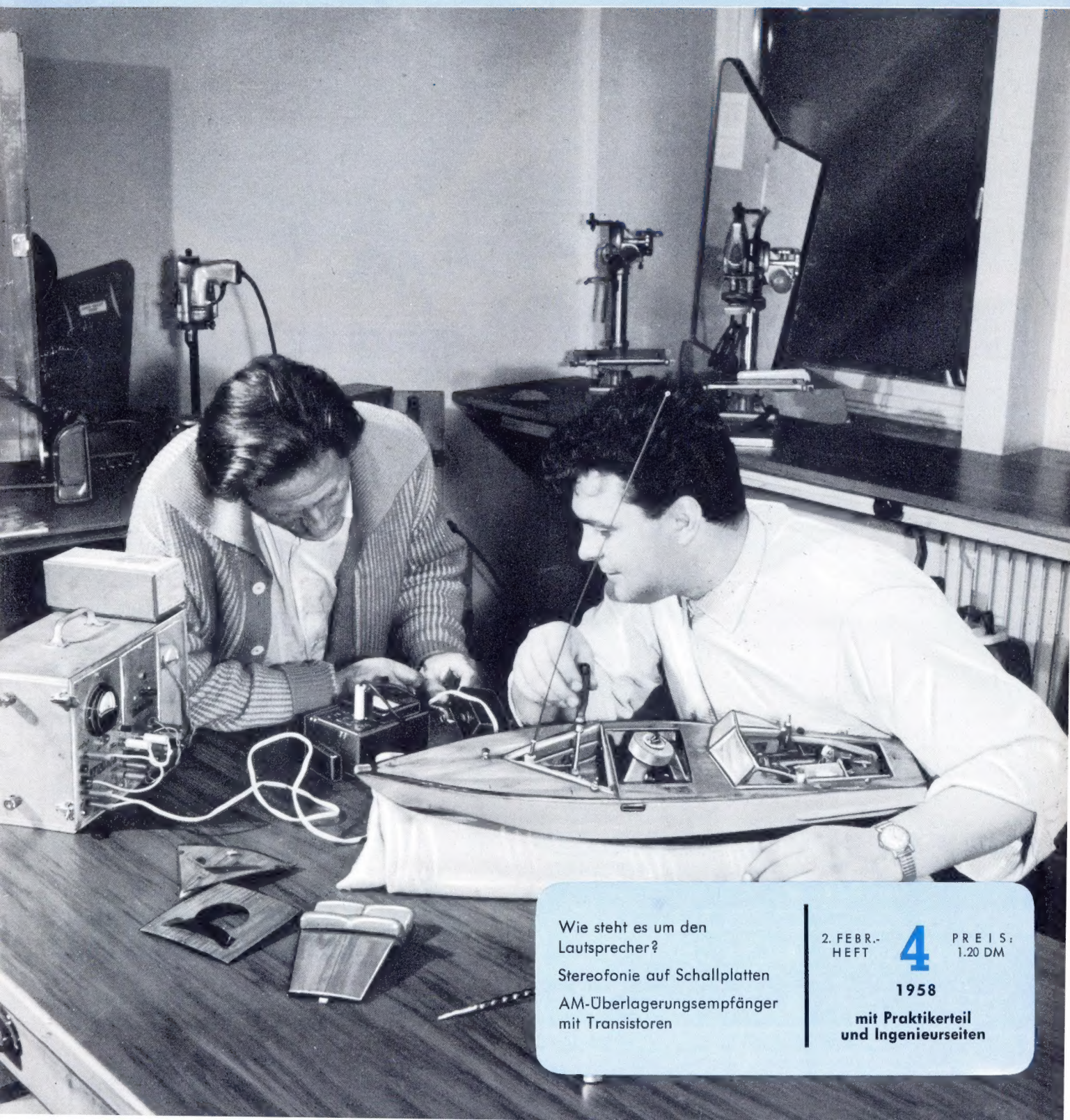
Postverlagsort München

Funkschau

Vereinigt mit dem Radio-Magazin

MIT FERNSEH-TECHNIK, SCHALLPLATTE UND TONBAND



Wie steht es um den Lautsprecher?

Stereofonie auf Schallplatten

AM-Überlagerungsempfänger mit Transistoren

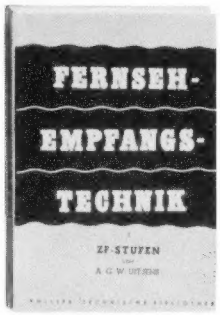
2. FEBR.-HEFT **4** PREIS: 1.20 DM

1958

mit Praktikerteil und Ingenieurseiten

PHILIPS FACHBÜCHER

RUND UM DAS FERNSEHEN



Band VIII A

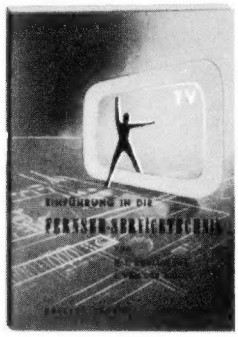
Fernseh-Empfangstechnik. (Buch I)
Von A. G. W. Uitjens (53)

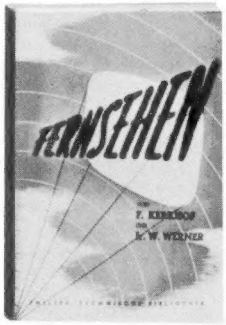
Z. F.-Stufen.
Verstärkung und Bandbreite bei Kopplung mit Zweipolnetzwerken – Durchlaß-Charakteristik des gesamten Verstärkers – Verzerrungen – Verstärkung, Bandbreite und Verzerrungen bei Kopplung mit Vierpol-Netzwerken – Rauschen – Rück- und Gegenkopplung – Praktische Anwendungen.

(gr.–8°) 187 S., 123 Abb., Gln. DM 14,–

Einführung in die Fernseh-Servicetechnik
Von H. L. Swaluw und J. van der Woerd (55)
(8°) 274 Seiten, 326 Abb., 3 Schalttafeln. Gln. DM 19,50

Wege zum Fernsehen.
Von Dipl.-Ing. W. A. Holm (55)
Eine allgemeinverständliche Darstellung des Fernsehproblems.
(8°) 334 S., 246 Abb., Gln. DM 15,—





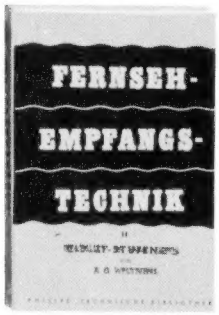
Fernsehen.
Von Fr. Kerkhof und Dipl.-Ing. W. Werner. 2. erweiterte Auflage (54) mit einem Vorwort von Prof. H. G. Möller, Universität Hamburg.
Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen der Fernsehtechnik unter weitgehender Berücksichtigung der Schaltungen. Direktsicht und Projektionsempfänger.
(gr.–8°) 474 Seiten, 360 Abb., 2 Ausschlagtafeln, 28 Seiten mit Photos außerhalb des Textes. Gln. DM 28,–

Band VIII B

Fernseh-Empfangstechnik. (Buch II)
Von Dipl.-Ing. P. A. Neeteson (53)

Schwungradsynchronisation.
Grundsätzliches über Sägezahngeneratoren – Sägezahngenerator-Schaltungen – Spezielle Elektronenröhren für Sägezahngeneratoren – Synchronisierung – Schwungradsynchronisierung.

(gr.–8°) 150 S., 118 Abb., Gln. DM 14,–



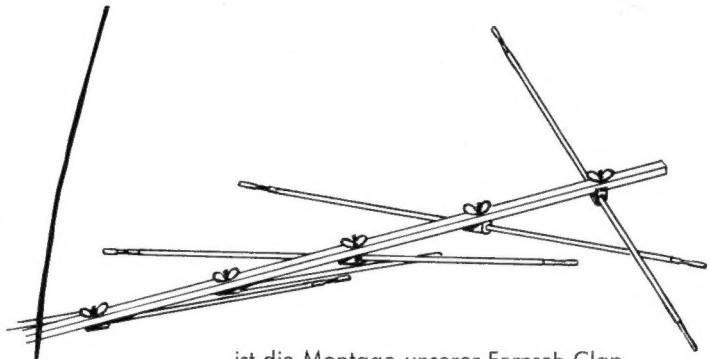
ERHÄLTLICH IM BUCHHANDEL

Fordern Sie den Fachbuch-Katalog 1957/58 und Sonderprospekte Fernseh-Fachbücher

DEUTSCHE PHILIPS GMBH
VERLAGS-ABTEILUNG
HAMBURG 1

ETTI

EINFACH WIE EIN KINDERSPIEL



ist die Montage unserer Fernseh-Clap-Antennen:
Mit **einem** Griff ziehen Sie die vollständig vormontierte Antenne aus dem Karton und können dabei kein Teilchen verlieren. Dann werden die Elemente ausgeklappt, die griffigen Flügelmuttern festgezogen und schon haben Sie die empfangsbereite Fernseh-Antenne. Das kann sogar Ihr Stift in wenigen Minuten!
Bitte fordern Sie unseren Prospekt DS 2 an, der vollständige Angaben über unser Fernsehantennen-Programm enthält

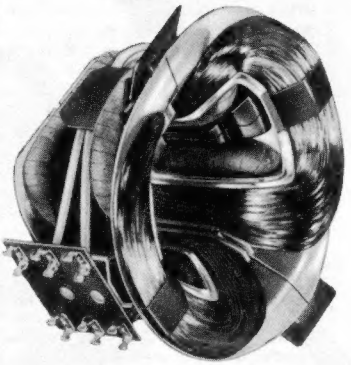
Hirschmann

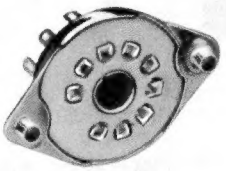
RICHARD HIRSCHMANN RADIOTECHNISCHES WERK ESSLINGEN AM NECKAR

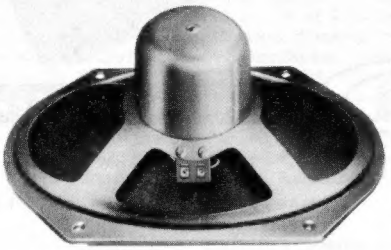
Alle Bauteile von Plessey

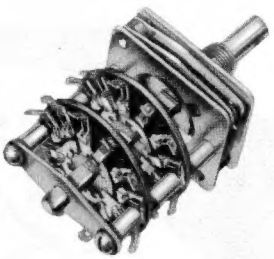
Dank der Produktionskapazität der zahlreichen Werke der Gesellschaft in ganz Großbritannien und der intensiven Erfahrungen in der Entwicklung und Massenherstellung von Rundfunk-, Fernseh- und elektronischen Bauteilen, werden Erzeugnisse, die den Namen Plessey tragen, von den Ingenieuren der ganzen Welt als höchstwertig anerkannt. In jeder Bauteile betreffenden Frage wird Plessey Ihnen bestimmt helfen können.

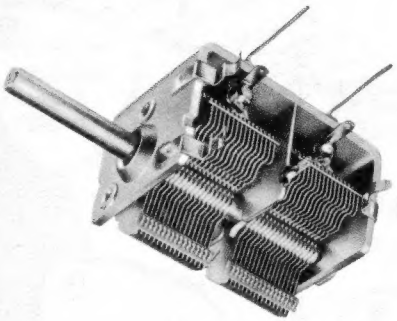
Bitte, treten Sie mit uns in Verbindung und geben Sie uns ihre Wünsche bekannt.











Ausführliche Unterlagen erhalten Sie auf Anforderung

LUFT- UND QUETSCH-TRIMMER · AUTOMATISCHE PLATTENSPIELER UND WECHSLER · SPULEN UND DROSSELN · REGELWIDERSTÄNDE ABLENKSPULEN · ANTRIEBSMECHANISMEN UND ABSTIMM-MOTOREN ELEKTROLYTKONDENSATOREN · FOKUSSIEREINRICHTUNGEN HOCHFREQUENZEISENKERNE · LAUTSPRECHER · NETZTRANSFORMATOREN AUSGANGS- UND ZWISCHENFREQUENZÜBERTRAGER · MINIATUR-BAUTEILE · STECKER · KUPPLUNGEN UND ANSCHLUSSLEISTEN · WIDERSTÄNDE HOCHFREQUENZ- UND ZWISCHENFREQUENZ-FILTERSPULEN ZEILENTRANSFORMATOREN · BAUTEILE FÜR DAS ZENTIMETERWELLEN-GEBIET · SUBMINIATURRÖHRENFASSUNGEN SYNCHRONE UND NICHTSYNCHRONE ZERHACKER RÖHRENFASSUNGEN · DREHKONDENSATOREN · LAUTSTÄRKEREGLER WELLENSCHALTER UND DRUCKSCHALTER

DIE GANZE WELT KENNT Plessey

Rundfunk- und Fernsehbauteile

PLESSEY INTERNATIONAL LIMITED · ILFORD · ENGLAND

PI II

WILHELM HARTING · ESPELKAMP-MITTWALD/WESTF.

...werden Ihre Kunden sagen! Mit dem Fix-Einsatz paßt die 17-cm-Platte mit großer Bohrung auf jeden Plattenwechsler mit der „dünnen" Stapelachse wie jede andere Platte!

81

Fordern Sie Muster und Angebot von

WUMO-Apparatebau GmbH., Stuttgart-Zuffenhausen

Stammheimer Straße 91/93

Alle Fragen der Raumgestaltung in einer Hand

● ENTWURF ● BAUBERATUNG ● LIEFERUNG

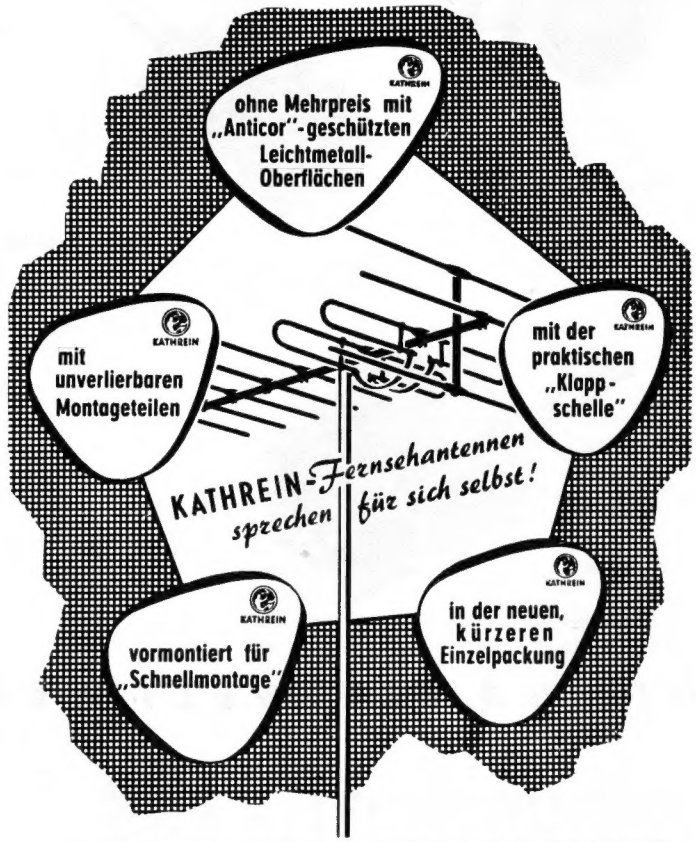
Wir schaffen für Sie den schönen, umsatzfreudigen Verkaufsraum

EMDE-LADENBAU · SCHWELM i. W.

Postfach 335

Der Spezialist für Ihren Verkaufsraum

Niederlassungen in Ulm, Berlin, Kiel, Brüssel, Brighton, Uppsala



ANTON KATHREIN · ROSENHEIM/OBB.

Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate

KURZ UND ULTRAKURZ

Privat finanzierte Fernseh-Kleinsender. Die Empfangsschwierigkeiten im schweizerischen Bergland und die permanente Finanznot der Postverwaltung in der Schweiz führte zur Genehmigung von privat bezahlten Fernseh-Umsetzern in einigen schweizerischen Gemeinden. In *Tramelan* steht die erste Anlage dieser Art, sie empfängt das Programm vom Fernsehsender La Dôle und strahlt es im Kanal 11 wieder aus. Die Kosten in Höhe von 40 000 sfr. wurden durch Anteilscheine der örtlichen Fernsehteilnehmer aufgebracht. Eine der Bedingungen für die Inbetriebnahme war: Es darf nur das schweizerische Fernsehprogramm übernommen werden. Weitere Sender auf gleicher Basis sind in Vorbereitung.

Volltransistorisiertes Fernsehgerät. In Chicago (USA) stellte die amerikanische Firma Motorola das Muster eines mit einer 36-cm-Bildröhre und 31 Transistoren bestückten Fernsehempfängers für Batteriebetrieb aus. Der Betriebsstrom wird zwei NC-Sammlern entnommen; bei 12 W Leistung genügt eine Batterieladung für sechs Betriebsstunden. Dieser Empfänger soll von 1960 an serienmäßig hergestellt werden; die Batterien lassen sich an jeder Starterbatterie des Autos aufladen, so daß der echte Camping-Fernsehempfänger geschaffen wäre. Sehr hinderlich wird der für die USA hohe Preis des Gerätes (etwa 450 Dollar = 1890 DM) sein.

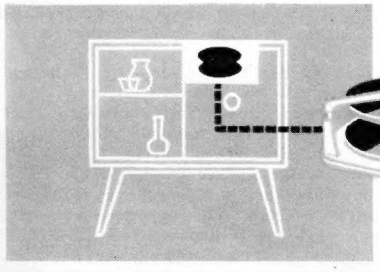
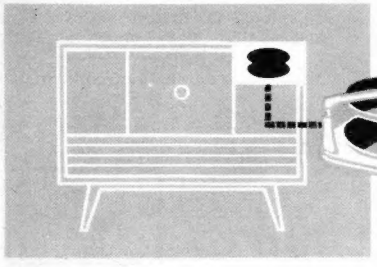
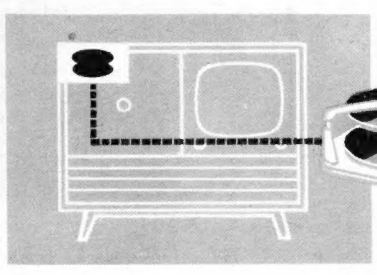
Keine „Deutsche Fernsehschau". Die Fernsehgeräteindustrie im Bundesgebiet hat Ende Januar beschlossen, die für August dieses Jahres in Aussicht genommene „Deutsche Fernsehschau" (Fernseh-Regionalausstellung) ausfallen zu lassen (vgl. FUNKSCHAU 1958, Heft 3, „Termine und Veranstaltungen"). Dagegen wird sich die Geräteindustrie in großem Umfange an der Industrie-Messe in Hannover (27. April bis 6. Mai) und an der Deutschen Industrie-Ausstellung Berlin (13. bis 28. September) beteiligen. Im vergangenen Jahr nahm die deutsche Fernseh- und Rundfunk-Geräteindustrie direkt oder über ihre Vertreter an 32 ausländischen Messen und Fachausstellungen teil.

Stereofonie über Rundfunksender. Vor einigen Wochen führte die englische Rundfunkgesellschaft BBC in London nach Programmschluß stereofonische Musikübertragungen von Stereo-Tonbändern durch. Außerdem wurden Klangeffekte wie ihren Standort verändernde Sirenen dargeboten. Bemerkenswert war, daß dieses Sonderprogramm über *vier* Sender ausgestrahlt wurde. Kanal 1 wurde von einem Mittelwellen- und einem UKW-Sender, Kanal 2 hingegen von einem zweiten UKW-Sender und dem Tonsender des Londoner Fernsehsenders übertragen, so daß auch Hörer teilnehmen konnten, die nur einen Rundfunkempfänger und einen Fernsehempfänger besitzen. Die BBC betont, daß Stereofonie vorerst nicht im Rundfunkdienst eingeführt werden soll.

Spezialsendungen aus Hamburg. Das Fernsehstudio Hamburg-Lokstedt brachte kürzlich drei kurze Programmbeiträge für das englische und französische Fernsehen, die über die Eurovisions-Richtfunkstrecken geleitet und in die jeweiligen Abendprogramme in England und Frankreich eingeblendet wurden, ohne aber im Deutschen Fernsehen zu erscheinen. Durch den Ausbau der europäischen Strecken sind solche Sendungen häufiger zu erwarten; das gastgebende Land (hier die Bundesrepublik) stellt dem Bestimmungsland ein Studio mit allen technischen Einrichtungen zur Verfügung, während aus dem Ausland Regisseure und Sprecher erscheinen.

Mit einer **110°-Bildröhre spezieller Bauart** und dem Trick, diese ein wenig vorn aus dem Gehäuse herausragen zu lassen, konnte Sylvania (USA) einen **53-cm-Fernsehempfänger mit nur 25 cm Gehäusetiefe** bauen. ✱ Als Ersatz für den mechanischen **Unterbrecher in der Kraftwagen-Zündanlage** entwickelte eine französische Firma einen solchen mit einem Transistor-Oszillator (50 kHz), der eine Sperrspannung über einen Impulsgenerator erhält, dessen Steuerung von der Motorwelle ausgeht. ✱ Ein **elektrischer Schraubenzieher in Pistolenform** mit eingebautem Schraubenmagazin ermöglicht eine wesentliche Beschleunigung der Arbeiten. Beim Berühren eines Schalters rutscht jeweils eine neue Schraube vor die Klinge (Hersteller sind die Illinois Tool Works, Elgin, Ill./USA). ✱ Der erste **Band-IV-Versuchssender in der DDR** wurde vom VEB Rafena-Werke, Radeberg, entwickelt. Er arbeitet nach der CCIR-Norm im 480-MHz-Bereich (Kanal 13) mit einer Ausgangsleistung von 200 W (Bild) und 50 W (Ton). ✱ Siemens wird den **Rundfunkdienst in Saudi-Arabien** modernisieren. Die erste Schule für Radiotechniker hat ihren Unterricht aufgenommen. ✱ In Marseille wurde die erste u. W. in Europa erstellte **Farbfernseh-Großprojektionsanlage für medizinische Unterrichtszwecke** in Betrieb genommen. Es handelt sich um eine für Farbwiedergabe umgestellte Mammut-Anlage von Philips. ✱ Im vergangenen Jahr haben die Radio- und Fernseh-Einzelhändler im Gebiet des Süddeutschen Rundfunks **4874 Käufer von Fernsehgeräten sogleich im Laden veranlassen können, die neu erworbenen Fernsehgeräte postalisch anzumelden.** ✱ Der fünfgeschossige, 185 m hohe **Fernmelde-Betonturm bei Dequede** (Bezirk Halle) wird, wie aus Ostberlin verlautet, entgegen aller Pressemeldungen keinen Fernseh-Rundfunksender tragen. ✱ Über zwei Kurzwellensender auf 15 195 kHz und 17 800 kHz verbreitet der finnische Rundfunk an jedem ersten Dienstag im Monat ein **Programm für die Freunde des Kurzwellen-Weltempfanges.** Zeiten: 12.30 Uhr für Nord- und 14.30 Uhr für Südamerika. ✱ Philco (USA) kündigt eine neue Serie von **Legierungs-Transistoren (Diffused Base)** an, deren Leistungsgewinn je nach Type 10 dB bei 100 MHz oder 200 MHz beträgt; sie sind als Oszillator schwingfähig bis 400 MHz. ✱ Auf 96,9 MHz arbeitet in **Zweibrücken** täglich von 12.30 bis 23 Uhr **der neue UKW-Rundfunksender „Radio Canadian Army Europe"** mit 2,5 kW; dafür wurde der bisherige kanadische Mittelwellen-Truppensender (1641 kHz) stillgelegt.

Unser Titelbild: **Der Bau von Flug- und Schiffsmodellen wird durch elektrische Funkfernsteuerungen besonders interessant (vgl. Seite 82).**
Foto: Stumpf

Sicherheit als Mitgift

TELEFUNKEN-Plattenwechsler sind in Truhen und Vitrinen sehr beliebt, weil man die Sicherheiten schätzt, die sie bei ihrem Einbau bieten:

Sprichwörtliche Narren- und Betriebssicherheit • Zuverlässigkeit im Gleichlauf • automatische Nullstellung nach Spielende • sicherer Sitz in der Montageplatte bei einfachster, zeit- und kostensparender Montage • Wechselachse und Plattenhalter fest eingebaut und sicher vor Verlust • einfachste Umstellung von 50 Hz auf 60 Hz, daher auch bei Einzelverkauf exportsicher • durch Horizontal-Plattenhalter und „Plattenlift"-Wechselachse beste Sicherheit für Schonung der Platten

Bauen Sie Sicherheiten ein – bauen Sie Plattenwechsler von TELEFUNKEN ein

TELE FUN KEN

Wer Qualität sucht – findet zu TELEFUNKEN

6 Kreise, Mittel und Kurz, eingebaute Ferritantenne, Anschluß für Außenantenne, Netz- und Batteriebetrieb.

Preis o.B. DM 149.- Anodenbatterie DM 11.25

Musik zum Mitnehmen

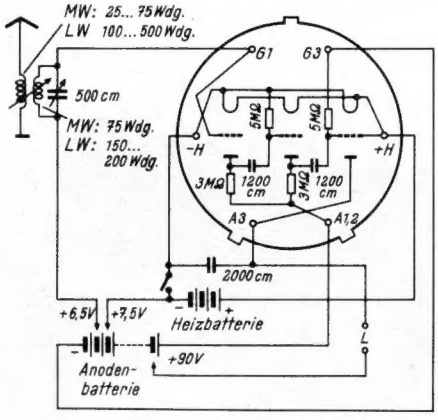
Fachlehrgang im Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk

Der Landesinnungsverband für das bayerische Elektrohandwerk, München, Schillerstraße 28/I, veranstaltet zur Fortbildung sowie zur Vorbereitung auf die einschlägige Meisterprüfung an allen fünf Sonntagen des März 1958 jeweils ganztägig einen Fachlehrgang. Kursleiter ist Dr.-Ing. Fritz Bergtold. Die Kurse finden am 2., 9., 16., 23. und 30. März jeweils von 9.30 bis 12.30 und von 13.30 bis 17.30 Uhr im Lehrsaal des Landesinnungsverbandes in München, Schillerstraße 28/I, statt. Die Kursgebühr beträgt 50.– DM. Anmeldungen sind an den Landesinnungsverband zu richten, der auch Auskunft über weitere Einzelheiten gibt.

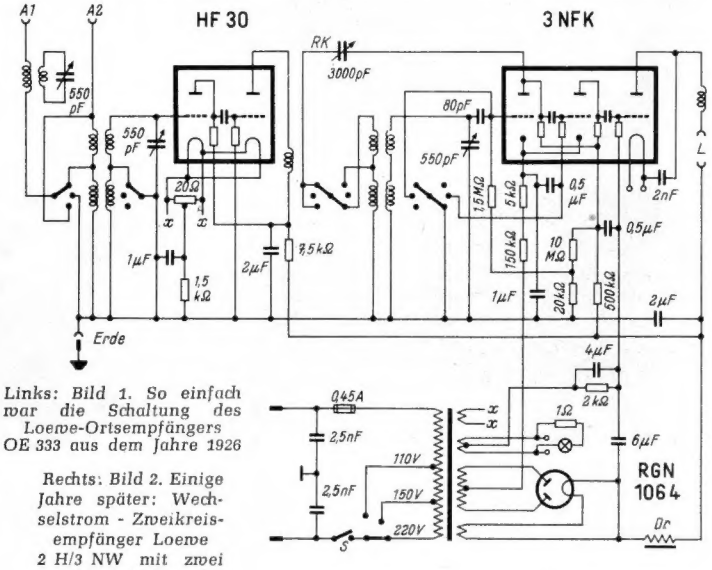
Schier dreißig Jahre ist es her ...

Nachdem wir in der FUNKSCHAU 1957, Heft 23, ein Bild des Loewe-Ortsempfängers OE 333 mit Dreifachröhre veröffentlicht hatten (Rubrik: „Aus der Industrie"), wurden wir nach der *Schaltung* dieses kleinen Steckspulen-Gerätes gefragt. Übrigens: das Gerät wurde in den Jahren 1926 und 1927 in mehr als einer Million Exemplaren gebaut, und es gewann eine entsprechende Zahl von Rundfunkteilnehmern neu oder führte sie doch vom Detektor zum Lautsprecher.

Wir beschafften uns eine Fotokopie des Schaltbildes; es ist in *Bild 1* dargestellt. Man möchte ausrufen: „Wie hatten's doch vordem die Radioleute arg bequem . . .!" Das niedrige Preßstoffgehäuse enthielt außer dem flachen 500-cm-Glimmerdrehkondensator und dem Schalter fast nichts, denn die drei Röhrensysteme einschließlich Koppelkondensatoren u. Anoden- und Gitterableitwiderständen befanden sich innerhalb des Glaskolbens der Dreifachröhre vom Typ 3 NF. Die Honigwaben- oder Korbbodenspulen wurden aufgesteckt; die Antennenspule war zudem schwenkbar und hing bezüglich ihrer Windungszahl von der Antennenlänge bzw. Antennenkapazität ab. Die Rückkopplung fehlte. Ein Mehrfachkabel mit Anodensteckern und Kabelschuhen am Ende stellte die Verbindung zur 90-V-Anodenbatterie und zum Heizakkumulator her; erstere konnte später durch die „Netzanode" Typ WO 1 mit Gitterbatterie bzw. Typ WF 4 mit Gitterspannung aus dem Netz ersetzt werden. – Einer der Vorzüge der Dreifachröhre war die feuchtigkeitssichere Unterbringung der seinerzeit wenig stabilen Hochohmwiderstände im Vakuum.



Die Radio AG D. S. Loewe hielt an der Entwicklung und Fertigung von Mehrfachröhren u. W. bis zum Jahre 1935 fest. Für Batteriebetrieb kam noch die Doppeltriode 2 HF für Hf-Vorstufen und die Dreifachröhre 3 NF Bat (mit Anschluß für Rückkopplung) hinzu. Die nächste Type, 3 NFK, war bereits für Wechselstromheizung vorgesehen (zwei indirekt geheizte Trioden für Audion und Nf-Vorstufe, eine direkt geheizte Triode für die Endstufe), desgleichen die auch in einem Supervorsatz verwendete Doppeltetrode 2 HMD, ein Nachfolger der ersten Wechselstrom-Doppeltriode für Hf-Vorverstärkung, Type HF 30 *(Bild 2)*. Als erste Allstrom-Dreifachröhre gab es die Type WG 33 mit zwei Trioden- und einem Endpentodensystem, und im Herbst 1934 wurde diese Reihe mit den Typen WG 34 (Schirmgitter-Audion und Endpentode für Einkreisempfänger), WG 35 (Schirmgitter-Audion, Diode, Endpentode), WG 36 (Mischpentode, Oszillatortriode, Zf-Pentode) und WG 37 (Hf-Pentode, Schirmgitter-Audion, Endpentode, speziell für Zweikreiser) abgeschlossen. Die Heizfäden lagen in Serie und nahmen genau 180 mA auf. Besonders fortschrittlich war die Katodenkonstruktion,



Links: *Bild 1. So einfach war die Schaltung des Loewe-Ortsempfängers OE 333 aus dem Jahre 1926*

Rechts: Bild 2. Einige Jahre später: Wechselstrom-Zweikreisempfänger Loewe 2 H/3 NW mit zwei Mehrfachröhren

denn die Katodenröhrchen waren so lang, daß die Heizfäden und ihre Anschlüsse an die Zuführungsdrähte vollkommen darin verschwanden – nur die Katode emittierte. Brummeinstreuungen der Steuergitter konnten durch genügend großen Abstand zwischen Heizfadenzuführung und Gitter vermieden werden. Schwärzungsringe an den Katodenenden hielten die Temperatur dieser Teile der Katode niedrig und verhinderten das Aussenden von Streuelektronen.

FUNKSCHAU-Leserdienst

Der Leserdienst steht unseren Abonnenten für technische Auskünfte zur Verfügung. Juristische und kaufmännische Ratschläge können nicht erteilt, Schaltungsentwürfe und Berechnungen nicht ausgeführt werden.

Wir bitten, für jede Frage ein eigenes Blatt zu verwenden und Vertriebs- und andere Angelegenheiten nicht in dem gleichen Schreiben zu behandeln. Doppeltes Briefporto (Inland 40 Pfg., Ausland zwei internationale Antwortscheine) ist beizufügen. **Anfragen, die dieser Bedingung nicht genügen, können nicht bearbeitet, telefonische Auskünfte nicht erteilt werden.**

Anschrift: FUNKSCHAU-Leserdienst, München 2, Karlstr. 35.

Zeichenschablonen für Rundfunktechniker

Frage: Nach meiner Erinnerung berichtete die FUNKSCHAU vor mehreren Jahren über Zeichenschablonen mit den Schaltsymbolen der Rundfunk- und Fernsehtechnik. Da ich dieses Heft nicht mehr auffinden kann, bitte ich um Mitteilung, wo derartige Schablonen zu haben sind und wer sie herstellt. H. L. in Lüthe

Antwort: Derartige Schablonen sind in jedem Fachgeschäft für Zeichenbedarf zu haben. Zumindest kann man sie dort bestellen. Die Schablonen werden von verschiedenen Herstellern in den Handel gebracht. Die FUNKSCHAU berichtete 1951 in Heft 23, Seite 466, über Erzeugnisse der Firma Filler & Fiebig, Geretsried über Wolfratshausen/Obb.

Nachträgliche Oxydation von blankem Widerstandsdraht

Frage: Wie kann man nachträglich blanken Widerstandsdraht oxydieren, damit bei einer eng gewickelten Drahtspirale kein Windungsschluß auftreten kann? Es soll also eine Schutzschicht gebildet werden, die eine hinreichende Isolation bewirkt. E. W. in Tonnheide

Antwort: Möglicherweise gibt es unbekannte und bessere Methoden als die nachfolgend beschriebene, aber diese hat sich vor einiger Zeit bei einem Versuchsaufbau recht gut bewährt: Die Drahtspirale wurde kräftig mit Stearin (von einer alten Kerze) eingerieben, unter Strom gesetzt und langsam bis zur Dunkelrotglut erhitzt. Dabei verdampfte das Stearin und auf der Drahtoberfläche blieb ein schwarzer oxydartiger Belag zurück, der leidlich gut isoliert.

Gesamtpreis der „Kleinen Hi-Fi-Anlage"

Frage: Mit welchem Gesamtpreis ist bei der kleinen Hi-Fi-Anlage nach FUNKSCHAU 1957, Heft 10, zu rechnen, wenn man die Arbeitszeit nicht in Ansatz bringt? M. L. in Sonthofen

Antwort: Die Frage läßt sich begreiflicherweise nicht mit einer einfachen Zahl beantworten, weil vielfach bereits Teile vorhanden und in gewissen Grenzen die Preise der Bauelemente unterschiedlich sind. Als Anhalt mag die nachstehende vom Autor errechnete Aufstellung dienen. Sie nennt die reinen Materialkosten, die sich bei Verwendung von Qualitäts-Einzelteilen neuester Fertigung und unter Zugrundelegung der z. Zt. gültigen Listenpreise ergeben.

Endverstärker einschließlich Röhren	ca. 130.– DM
Steuerverstärker einschl. Röhren	ca. 70.– DM
Empfangsteil für UKW mit Abstimmzusatz einschl. Röhren und MW-Ortsempfangsteil	ca. 190.– DM
Teewagen einschl. Verkleidungsmaterial	ca. 110.– DM
Wagen ohne Tonbandgerät	ca. 500.– DM
Tonbandgerät je nach Fabrikat und Klasse	500.– bis 700.– DM
Teewagen mit Bandgerät komplett	1000.– bis 1200.– DM
Lautsprecherkombination (z. B. Säule mit zehn Systemen)	ca. 300.– DM
oder FUNKSCHAU-Lautsprecher	ca. 90.– DM
Gesamtanlage	ca. 1350.– bis 1600.– DM

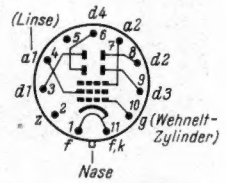
Amerikanische Katodenstrahlröhre 5 BP 4

Frage: Wie lauten die wichtigsten Daten der älteren amerikanischen Katodenstrahlröhre 5 BP 4 und wie ist die Sockelschaltung? B. H. in Chammünster

Antwort: Die wichtigsten Daten lauten:

Heizung	6,3 V/0,6 A	
U_{a2}	2000 V	1500 V
U_{a1}	425 V	310 V
U_g	20...60 V	

Schirmdurchmesser = 13 cm



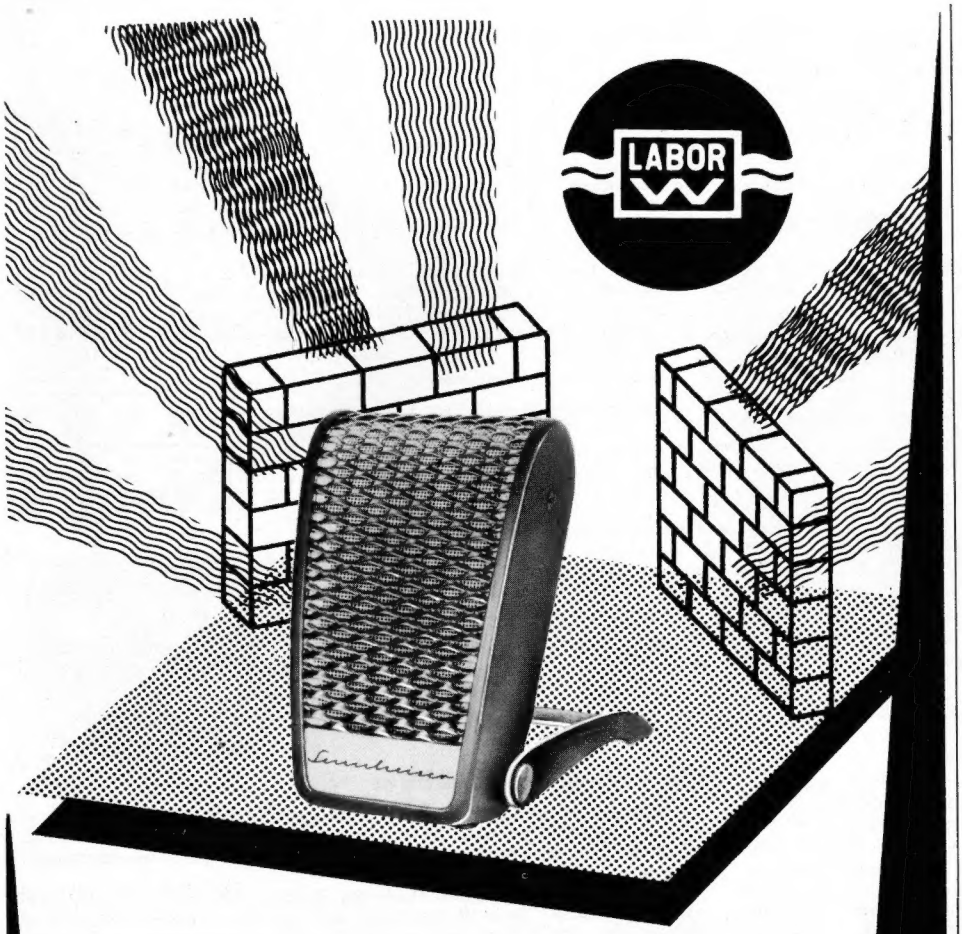
Ein wichtiges Adreßbuch

Deutsches Bundes-Adreßbuch der gewerblichen Wirtschaft. Das umfassende Adressenwerk für Industrie, Großhandel, Handel, Handwerk, Freie Berufe. Band IV. Deutscher Adreßbuch-Verlag für Wirtschaft und Verkehr GmbH, Darmstadt.

Das umfangreiche Werk des Deutschen Bundes-Adreßbuches der Ausgabe 1957 wird mit dem Band IV fortgesetzt, der die Länder Baden-Württemberg und Bayern enthält. In gewohnt sorgfältiger Zusammenstellung werden wieder alle gewerblichen und behördlichen Adressen verzeichnet. Mit dem 2168 Seiten umfassenden Band enthält nun das Gesamtwerk alle Länder des Bundesgebietes sowie West-Berlin.

Spitzenempfänger mit fest eingebautem Heizakku und 17 (7 + 10) Kreisen für UKW, Kurz, Mittel und Lang. 7 Röhren, 2 Ge-Dioden, 1 Duplo-Trockengleichrichter, Großflächen-Linearskala, Klangregister auf Taste, Ladetaste, Ferrit- und UKW-Teleskopantenne, Anschluß für Außenantenne, Erde und Autobatterie.

Preis m. Akku DM 289.- Anodenbatterie DM 16.20



Unsichtbare Wände

scheinen den Störschall und Raumhall weitgehend von diesem Mikrophon fernzuhalten. Es ist immer wieder erstaunlich, wie naturgetreu selbst in akustisch unvorbereiteten Räumen Aufnahmen mit dem

RICHTMIKROPHON MD 403

klingen. Weshalb werden Heim-Tonaufnahmen mit dem MD 403 so gut? - Die technischen Daten sagen es Ihnen:

Richteigenschaften

auch bei tieferen Frequenzen günstig. - Auslöschung bei 135° mindestens 12 dB.

Frequenzgang

außerordentlich gleichmäßig bis 12000 Hz. Leichter Anstieg zwischen 1000 und 10000 Hz um 5 dB. Abweichungen von der Sollkurve ± 3 dB.

Kapsel und Gehäuse

Das witterungsunempfindliche, robuste Tauchspulen-System ist in einem formschönen, stabilen Metallgehäuse untergebracht.

DR.-ING. SENNHEISER BISSENDORF/HANN.

Aus dem FUNKSCHAU-Lexikon

NTSC-VERFAHREN

In der technischen Fachliteratur wird bei Behandlung des Farbfernsehens immer wieder das „NTSC-Verfahren" genannt. NTSC ist die Abkürzung für National Television System Committee und bezeichnet den Zusammenschluß bedeutender amerikanischer Firmen auf dem Sektor Farbfernsehen mit dem Ziel, ein einziges, für die gesamten USA verbindliches Farbfernsehsystem zu entwickeln. Diese Zusammenarbeit erwies sich nach 1952 als zweckmäßig, nachdem Versuche einzelner Unternehmer (Color Television Inc., Columbia Broadcasting System, Radio Corp. of America) zur Schaffung firmeneigener Farbfernsehsysteme nicht zum Ziele führten bzw. sich die erarbeiteten Verfahren als im praktischen Betrieb ungünstig erwiesen hatten. Man sammelte daher an einer Stelle technische Potenz, Erfahrungen und Kapital und entwickelte unter Aufwendung von rund 60 Millionen Dollar – wenn alle sonstigen Aufwendungen eingerechnet werden – das NTSC-Verfahren. Es wurde inzwischen in den USA offiziell eingeführt und bildet die Grundlage für alle in der Welt untersuchten und vorbereiteten Farbfernsehmethoden.

Beim NTSC-Verfahren wird neben dem Bild- und Tonträger ein dritter Träger eingeführt; er liegt bei einem ungeradzahligen Vielfachen der halben Zeilenfrequenz (im NTSC-System ist es die 455. Harmonische) und enthält alle Farbinformationen durch Mehrfachmodulation. Schwarz/Weiß-Empfänger sprechen auf diesen Hilfsträger nicht an, sie geben das farbige Bild in der üblichen Schwarz/Weiß-Technik wieder. – Gegenwärtig sind in verschiedenen europäischen Laboratorien Versuche zur Anpassung des NTSC-Verfahrens an die jeweilig benutzten Fernsehnormen (405, 625 und 819 Zeilen) im Gange. Die Lage des Farbhilfsträgers innerhalb des Kanals ist kritisch bezüglich seines Abstandes zum Tonträger und zur Kanalgrenze, zugleich wird angestrebt, ihn möglichst weit vom Bildträger entfernt zu halten. Deutsche Untersuchungen schlagen einen Hilfsträger von 4 210 937,5 Hz (539. Harmonische der halben Zeilenfrequenz) vor.

Zitate

Vom Standpunkt eines modernen Technikers gesehen liegt kein Grund vor, nicht schon heute das Fernsehgerät so zu schalten, daß man nur die richtige Wellenlänge einzustellen und nur noch auf den entsprechenden Knopf zu drücken braucht, um eine auf die Minute frische und vollständige illustrierte Zeitung zu erhalten, die auf elektrisch empfindliches Papier gedruckt, lichtunempfindlich ist und nach dem Abrollen von dem im Fernseher eingebauten Empfänger nicht unbequemer zu handhaben wäre als gewöhnliches Zeitungspapier. Der Faksimileprozeß wird mit Hilfe des hochfrequenten Fernsehsenders durchgeführt, wenn keine Fernsehprogramme ausgestrahlt werden *(Francis Williams in „The New Statesman and Nation"*, zitiert nach den Werbeinformationen Nr. 173 der Firma William Wilkens Werbung, Hamburg).

Die Preise für elektronische Rechenanlagen reichen von 16 800 Dollar für das tragbare Modell Litton 40 mit 46 Röhren bis zu 4,2 Millionen Dollar für das Modell Bizmac der RCA mit 30 000 Röhren und annähernd 70 000 Dioden. Bis zum Sommer 1957 sind in den USA 4900 Anlagen aller Größen gebaut worden (Electronics, Nov. 1957).

Entgegen anderslautenden Berichten ist die Fernsehrichtfunkstrecke Ost-Berlin – Prag nicht permanent eingerichtet. Von Fall zu Fall wird ein Ü-Wagen auf der Höhe des Gebirgskammes zwischen Dresden und der CSR postiert *(„Deutscher Fernsehfunk" in der Ostzone im Aufbau, F. I.* Nr. 34/1957).

Bei der Automatisierung ist die Technik stärker als auf anderen Gebieten von der richtig angewandten Theorie abhängig; gleiches gilt auch vom Aufsuchen und Beseitigen von Störungen. Daher braucht der neue Facharbeiter mehr theoretisches Wissen, mehr fachliche Kenntnisse, gute Handgeschicklichkeit, aber weniger Handfertigkeiten. Er braucht Findigkeit und Einfühlungsvermögen; muß geistig wandlungs- und anpassungsfähig sein. Sein Tätigkeitsbereich wird so sehr dem eines Technikers entsprechen, daß sich die Grenzen zwischen dem neuen Facharbeiter und dem Techniker immer mehr verwischen *(Erwin Maurer in „Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung"* Nr. 5/1957).

Funkschau

MIT FERNSEH-TECHNIK UND SCHALLPLATTE UND TONBAND
FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

30. Jahrg. 2. Februar-Heft 1958 Nr. 4

Aus dem Inhalt: Seite

Wie steht es um den Lautsprecher 81
Unsere Titelgeschichte:
Das Münchener Bastlerheim 82
Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik: Kurzwellen/Mittelwellen-Empfänger mit Transistoren 82
Die Wiedergabe von Geräuschen durch Lautsprecher und Lautsprechersysteme 83
Nachdenkliches zum Druckkammersystem und zur Geschwindigkeitstransformation 85
„Getarnter" FUNKSCHAU-Lautsprecher 86
Einfacher Regeltransformator 86
Schallplatte und Tonband:
Stereofonie auf Schallplatten 87
Schreibmaschine steuert Diktiergerät 88
Sprechen hören – um zu lernen 88
UKW-Funksprechgerät für den Lotsendienst 89
Radio-Patentschau 90
Ein AM-Überlagerungsempfänger mit Transistoren 91
Sparsame Transistor-Endstufe 93
Schalttransistoren statt Zerhacker 94
Sollwertmesser mit Silizium-Flächendioden 94
Die Berechnung von Drosseln, Netztransformatoren u. Nf-Übertragern (2. Forts.) 95
Ein mechanisches Transistormodell 96
FUNKSCHAU-Schaltungssammlung:
Grundig-Tonbandgerät TK 5 97
Vorschläge für die Werkstattpraxis 99
Fernseh-Service 100
Dieses Heft enthält außerdem die Funktechnischen Arbeitsblätter:
Wk 12, 2. Ausgabe – Drahttabellen – Blatt 1 und 2

Wie steht es um den Lautsprecher?

Früher war es üblich, den Lautsprecher als das schwächste Glied in der Kette der elektroakustischen Übertragung zu bezeichnen. Was verlangt man denn von ihm? Er soll die Fülle und Wucht der Orgel, das Klingen des Xylophons und den weichen Ton der Geige ohne jede Verfälschung wiedergeben. Das ist ein Frequenzbereich von 30 bis 15 000 Hz, oder, entsprechend umgerechnet, von etwa neun Oktaven. Die Schall-Wellenlänge für 30 Hz beträgt aber etwa 11 m, so daß ein Lautsprecher von 30 cm Korbdurchmesser klein ist verglichen mit dieser Wellenlänge. Dagegen ist die Wellenlänge für 15 000 Hz etwa 2,2 cm, so daß der gleiche Lautsprecher sehr groß gegenüber dieser Wellenlänge ist. Ein Lautsprecher wird daher von vornherein physikalisch überfordert, wenn er für alle Frequenzen gleich gute Abstrahleigenschaften haben soll.

Wie steht es denn mit den anderen Bauelementen eines Rundfunkempfängers? Die Verstärkerröhre wurde seit ihrer Erfindung mit größter Hochachtung bedacht. Die Diskussion über die Kennlinie einer neuen Röhre nimmt in der Fachliteratur einen breiten Raum ein. Nach der Kennlinie eines Lautsprechers wird aber kaum gefragt. Dabei gibt es keinen Röhrentyp, der in einem Empfänger alle Bedingungen erfüllen könnte. In einem Mittelklassensuper befinden sich z. B. sechs verschiedene Röhrentypen.

Selbst Spulen und Drehkondensatoren erfassen höchstens zwei Oktaven. Es dürfte deshalb nicht verwunderlich sein, daß man für die Schallabstrahlung über neun Oktaven mehrere Lautsprecher braucht, die den entsprechenden Frequenzbereichen angepaßt sein müssen. Daß die Schallwiedergabeprobleme aber in Wirklichkeit weniger beim Lautsprecher selbst, als vielmehr auf anderen Gebieten liegen, erkannte man, als man vor einigen Jahren normale Lautsprecher auf einer Kugeloberfläche verteilte und eine indirekte Beschallung des Raumes vornahm. Damit war der Start zur Entwicklung des 3 D-Klanges gegeben.

Heute ist man in dieser Richtung schon so weit gelangt, daß man die Einzelprobleme, die man früher mit dem Lautsprecher in einen Topf warf, vom Lautsprecher trennt. Hierbei lassen sich folgende Bereiche abgrenzen: Wenn ein Lautsprecher Schall abstrahlt, ist das ein *physikalischer* Vorgang. Wird dieser Schall vom Ohr mit entsprechender Lautstärke wahrgenommen, ist das ein *physiologischer* Vorgang. Wenn dieser vom Gehör aufgenommene Schall den Menschen zur Ergriffenheit, Begeisterung oder anderer Gemütsbewegung führt, dann ist das ein *psychologischer* Vorgang. Bei der Hi-Fi-Technik will man dem Hörer die Illusion des Miterlebens eines Konzertes vermitteln, wobei alle genannten Vorgänge miteinander in Beziehung stehen. Die Entwicklung einer solchen Technik erfordert natürlich die Kenntnis der physikalischen Eigenschaften des Lautsprechers. Sein augenblicklicher Entwicklungsstand als Bauelement ist so, daß man im Prinzip jedes Schallproblem lösen kann. Daß es nicht immer gelingt, liegt nicht daran, daß der Lautsprecher so schlecht ist, sondern weil man seine physikalischen Gesetzmäßigkeiten nicht genügend berücksichtigt und meist auch die raumakustischen Verhältnisse nicht sicher beherrscht.

Meßtechnisch verhält sich der Lautsprecher so ungünstig, wie sonst kein anderes Bauelement. Bei Spulen, Röhren und Verstärkern lassen sich die technischen Daten ohne weiteres objektiv messen. Beim Lautsprecher mißt man aber die Eigenschaften der Schallwand oder des Gehäuses oder auch die des ganzen Raumes mit, wobei die Trennung der einzelnen Anteile sehr schwer ist.

Nach wie vor herrscht der seit über dreißig Jahren bekannte elektrodynamische Lautsprecher vor. Dieses Prinzip bietet physikalisch zur Zeit immer noch die günstigste Voraussetzung für die Umwandlung elektrischer Wechselströme in Schall. Neben runden und ovalen Ausführungen werden die nach dem gleichen Prinzip arbeitenden Druckkammer-Lautsprecher für den Mitteltonbereich immer mehr bevorzugt. Für Hochton-Lautsprecher hat das ebenfalls schon lange bekannte elektrostatische Prinzip noch eine Zukunft, dagegen ist es um den Ionen-Lautsprecher wieder still geworden. Der Aufwand für das zusätzliche Hf-Feld ist sehr beträchtlich. Außerdem ist seine ausgeprägte Richtwirkung gerade für Hochtonwiedergabe ungünstig, weil man besonders in diesem Bereich mit indirekter Schallverteilung arbeiten will. Ein umwälzendes neues Lautsprecherprinzip ist für die nächste Zeit nicht zu erwarten.

Vergleichsweise ist die Lage so, wie bei den Verstärkerröhren, ehe man die Halbleiter-Technik entwickelt hatte, die zum Transistor führte. Es ist noch vollkommen ungewiß, wie der „Transistor" unter den Lautsprechern aussehen wird – oder ob es in absehbarer Zeit einen solchen überhaupt geben wird. Der Schwerpunkt der augenblicklichen Technik wird sich also in der nächsten Zeit immer mehr auf die Raumakustik mit allen ihren zusätzlichen Problemen verlagern. Wenn man die Entwicklungsarbeit, die man bisher für Verstärker, Tonband- und Schallplattengeräte aufgewendet hat, in gleichem Umfang auf die Raumakustik ausdehnt, dann kann man auch mit der augenblicklichen Lautsprecher-Technik viel mehr erreichen als bisher. Auch hier läßt sich ein Vergleich zu anderen technischen Gebieten ziehen: Wer einen guten Fotoapparat besitzt, von dem kann noch nicht gesagt werden, daß er auch gute Bilder macht. Er muß auch etwas vom Fotografieren verstehen. Ebenso wird sich auch die Qualität der Hi-Fi-Technik weiterentwickeln, wenn man die Verwendung des Lautsprechers als Bauelement besser beherrscht!

Dipl.-Ing. Williges

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jed. Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- u. Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag u. durch die Post. **Monats-Bezugspreis** 2.40 DM (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Karlstr. 35. – **Fernruf** 55 16 25/26/27. Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg - Bramfeld, Erbsenkamp 22a – Fernruf 63 79 64

Berliner Geschäftsstelle: Bln.-Friedenau, Grazer Damm 155. Fernruf 71 67 68 – Postscheckk.: Berlin-West Nr. 622 66.

Vertretung im Saargebiet: Ludwig Schubert, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. – Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 8.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osylei 40. – Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19–21. – Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. – Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdruckrecht, auch auszugsweise, für Holland wurde dem Radio Bulletin, Bussum, für Österreich Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13b) München 2, Karlstr. 35. Fernsprecher: 55 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

DAS NEUESTE aus Radio- und Fernsehtechnik

Unsere Titelgeschichte

Das Münchener Bastlerheim

In allen Kulturländern gibt es eine Vielzahl von Leuten aller Altersklassen und Berufsgruppen, die sich in ihrer Freizeit aus Liebhaberei mit handwerklichen Arbeiten beschäftigen. Ihre selbstgebauten Motoren, Flugmodelle oder elektrischen Geräte erregen oft sogar die Bewunderung von Fachleuten, obwohl der Bau häufig mit einfachem Werkzeug und ohne große Kenntnis der Material- und Werkstattkunde erfolgt. Moderne Kleinwerkzeugmaschinen sind z. B. in Liebhaberkreisen nur ganz wenig bekannt. Sieht sie einmal ein Amateur im Schaufenster eines Fachgeschäftes stehen, dann wird zwar sofort sein Interesse wach, aber zum Arbeiten mit einem solchen Maschinchen kommt er trotzdem nicht, denn er kann sich von ihrer Leistungsfähigkeit gar keine Vorstellung machen.

„Diesen Zustand kann man ändern", sagte sich Heinrich von Gruben, der Inhaber eines großen Münchener Fachgeschäftes für Industrie-Maschinenbedarf. Mit viel Idealismus rief er das Münchener Bastlerheim am Hauptbahnhof, in der Arnulfstraße 16 bis 18, ins Leben. Er richtete in seinem Geschäft geräumige Werkstätten ein, die im Rahmen von Kursen Bastlern zur Verfügung stehen. Das Kurs-Programm ist ungemein reichhaltig und für den Unterricht stehen ausgesuchte Fachkräfte zur Verfügung. Vor allem aber haben die Teilnehmer Gelegenheit, an den firmeneigenen Kleinwerkzeugmaschinen zu arbeiten und deren Vorzüge kennenzulernen. Neben Theoriekursen über Werkzeug- und Materialkunde, Zeichnungen lesen und Elektrik laufen Metall- und Holzbearbeitungskurse sowie solche über Modellbau und Modell-Fernlenkung. Spezial-Lehrgänge für Radio- und Funkamateure befinden sich in Vorbereitung. Die Gebühren schwanken zwischen 80 Pfennigen und etwa 1.50 DM je Stunde, je nachdem, ob es sich um theoretischen oder praktischen Unterricht handelt, und die Teilnehmerzahl ist für die erstgenannte Kursart auf höchstens 50, für die praktische Werkstattarbeit auf höchstens 15 Personen begrenzt. Da aber die Veranstaltungen in mehreren „Schichten" abgehalten werden, kann man sehr viele Teilnehmer erfassen.

Bei einem Besuch des Heimes lernt man nicht nur die zweckmäßig eingerichteten Unterrichtsräume und die dem Unternehmen angegliederte Modellbau-Abteilung kennen, man macht auch Bekanntschaft mit einigen ganz beachtlichen Liebhaber-Leistungen, sowie mit interessanten Kleinwerkzeugmaschinen.

Alle diese Maschinen (Bosch-Combi, Emco-Unimat, Metabo-Multitool oder Wolf-Cub) bestehen aus einem handbohrmaschinenähnlichen elektrisch angetriebenen Grundgerät, das sich durch entsprechende Zusätze zur Fräse, Drehbank, Schleifmaschine und dergleichen erweitern läßt. Mit Hilfe einer dieser Maschinen war z. B. ein raketengetriebenes Modell eines modernen Düsenflugzeuges entstanden, das etwa 1 m Flügelspannweite besitzt und das einem 17jährigen Jungen preisgekrönt wurde. Ein anderer hatte eine elektrische Heißluftdusche gebaut, die nicht nur einwandfrei funkentstört ist, sondern auch bezüglich der Berührungssicherheit den VDE-Vorschriften entspricht. Großes Interesse fand im Sommer eine Vorführung ferngesteuerter, selbstgebauter Modellschiffe auf dem Langwieder See bei München.

Drei Modelle von Motor-Rennbooten, die mit Elektromotoren angetrieben wurden, kreuzten auf dem windbewegten Wasser. Die Fahrzeuge wurden mit Hilfe von Fernsteuersendern der Firma Waldemar Klemm, München, vom Ufer aus auf 27,12 MHz dirigiert. Die Geräte arbeiten nach dem Einkanal-Verfahren (vgl. RPB 72/73, „Drahtlose Fernsteuerung von Flugmodellen"), wobei eine bestimmte Impulszahl mit der Hand am Sender zu tasten ist, um das gewünschte Ruder- oder Fahrtkommando auszulösen.

Für den Funktechniker war es recht aufschlußreich, bei dieser Gelegenheit die kleinen Sorgen und Nöte der Modellbauer kennenzulernen. Es zeigte sich unter anderem, daß sich die verschiedenen Fahrzeuge nicht zu nahe kommen dürfen, weil die Störstrahlungen der eingebauten Pendelempfänger leicht „Fehlkommandos" auf einem benachbarten Boot auslösen können.

Andererseits bekam man einen Begriff davon, was sich Liebhaber mit Hilfe geeigneter Werkzeugs und unter Anleitung bewährter Fachkräfte selbst bauen können. Man darf dem Münchner Bastlerheim Erfolg wünschen und hoffen, daß die Idee auch in anderen Städten Schule macht. Fritz Kühne

Rechts: das ferngesteuerte Schiff

Eine besonders interessante und anregende Aufgabe ist der Bau drahtlos ferngesteuerter Modellschiffe (Aufn.: C. Stumpf)

Kurzwellen/Mittelwellen-Empfänger mit Transistoren

Wenn wir richtig informiert sind, so ist der Tischrundfunkempfänger Sony TR 91 der japanischen Fa. Tokyo Tsushin Kogyo mit einem Empfangsbereich von 535...1605 kHz und 6...18 MHz der erste serienmäßig lieferbare Kurz/Mittelwellenempfänger, der nur Transistoren benutzt. Äußerlich macht dieses Gerät mit Drucktastenschalter, elegantem Preßstoffgehäuse und Großsichtskala einen durchaus europäischen Eindruck; es wird übrigens unter der Bezeichnung TR 74 auch als Reiseempfänger gebaut.

Das *Schaltbild* zeigt die Hf-, Misch/Oszillator- und Zf-Stufen. Nach dem Lautstärkenregler folgen zwei (hier nicht dargestellte) Nf-Vorstufen mit Transistoren 2 T 65 und 2 T 66 und eine Gegentaktendstufe mit zwei Transistoren 2 T 83; diese Stufe wird durch eine zwischen Basis und Masse liegende Germaniumdiode 1 T 41 temperaturstabilisiert. Es sei erwähnt, daß die Hf-Transistoren pnp-Typen, die Transistoren im Zf-Teil und Nf-Teil aber npn-Typen sind.

Der Spulensatz L 1 in der Hf-Stufe ist dem Kurzwellenbereich und der Spulensatz L 4 dem Mittelwellenbereich zugeordnet, zwei Koppelspulen sichern jeweils die korrekte Anpassung an den Transistor, der mit geerdetem Kollektor arbeitet; er ist wohl in erster Linie als Impedanztransformator anzusehen.

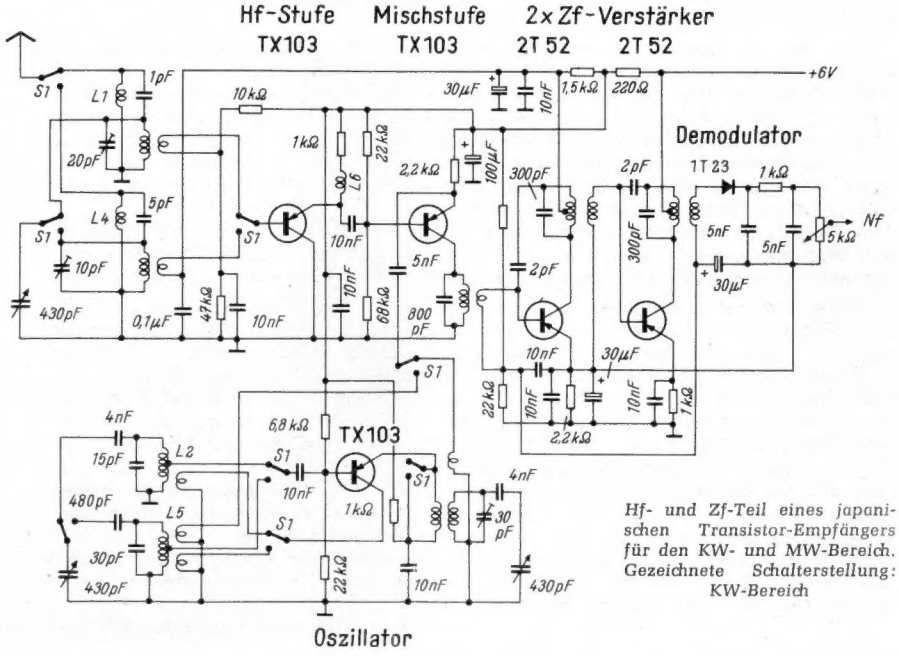
Der Oszillator schwingt auf Kurzwelle, ähnlich der Oszillatorschaltung nach Huth-Kühn (also mit abgestimmtem Anoden- und abgestimmtem Gitterkreis), denn am Emitter und an der Basis liegen durchstimmbare Kreise. Die Oszillatorspannung wird induktiv ausgekoppelt und dem Emitter des Mischtransistors zugeführt. Beim Mittelwellenempfang hingegen (alle Wellenschalterkontakte nach *unten*) ist die Spule L 5 eingeschaltet; hier handelt es sich um eine Kollektor-Rückkopplung. K. T.

(Nach Radio Bulletin, Nov. 57)

Berichtigung

Kleinstoszillograf Minigraf 457
FUNKSCHAU 1957, Heft 24, Seite 661

In der Schaltzeichnung Bild 2 ist noch eine Masseverbindung am Fußpunkt des Widerstandes R 15 einzuzeichnen.



Hf- und Zf-Teil eines japanischen Transistor-Empfängers für den KW- und MW-Bereich. Gezeichnete Schalterstellung: KW-Bereich

Die Wiedergabe von Geräuschen durch Lautsprecher und Lautsprechersysteme

Von Dr. Manfred Busch

Im folgenden Aufsatz werden die Bedingungen für die originalgetreue Wiedergabe von Geräuschen durch Lautsprecher dargestellt. Dabei gelingt es, diese Bedingungen durch einfache Formeln auszudrücken. Bei näherer Betrachtung zeigen diese Formeln eine Parallelität zur psychologischen Empfindung der Klangschönheit und Unmittelbarkeit der Klangwirkung, so daß man hier ein Mittel in der Hand hat, die Klangschönheit durch eine objektive meßbare Größe anzugeben.

Der Begriff der Originaltreue

Die Originaldarbietung eines Orchesters, Sängers oder Sprechers ruft den akustischen Eindruck der Unmittelbarkeit hervor. Man hat bei geschlossenen Augen das Gefühl, daß die Geräuschquelle in der Tat vorhanden ist, man verspürt das gewisse Fluidum der Wirklichkeit. *Die Vermittlung dieses Fluidums bildet nach Ansicht des Verfassers die Grundlage für den besten Klangeindruck.*

Wenn also eine elektroakustische Wiedergabe

1. mit einem praktisch geradlinigen Frequenzgang und
2. mit großem stereophonen Aufwand

nicht zugleich auch den schönsten und angenehmsten Klangeindruck hervorruft, dann darf diese Wiedergabe nicht originalgetreu genannt werden. Bekanntlich entsteht bei vielen Hörern der angenehmste Klangeindruck dann, wenn sie die hohen Frequenzen in ihrem Gerät weitgehend beschneiden[1]), während die gleichen Hörer durch die hohen Frequenzen eines Originalkonzertes keinesfalls gestört werden.

Die Wiedergabe hoher Tonfrequenzen durch die heutigen Geräte scheint demnach immer noch unnatürlich und unangenehm zu sein. Andererseits kann die Tatsache, daß Hochtonlautsprecher wesentlich zur Steigerung der Wiedergabequalität beigetragen haben, nicht geleugnet werden, doch reicht die Begründung, daß durch einen Hochtonlautsprecher der Frequenzgang verbessert wird, nicht aus, um diese Qualitätssteigerung zu erklären, denn mit wesentlich einfacheren Mitteln kann man auch im Verstärker die hohen Frequenzen nach Belieben anheben oder dämpfen. Dadurch dürfte es sogar gelingen, aus einem Freischwingerlautsprecher einen einigermaßen geradlinigen Frequenzgang hervorzuzaubern. Hier kann man jedoch aus Erfahrung sagen, daß auf diesem Wege eine wirkliche Klangschönheit nicht zu erzielen ist.

Diese Beobachtungen und Versuche deuten darauf hin, daß zur Erzielung einer hohen Wiedergabequalität der Frequenzgang und die Stereophonie *allein nicht* genügen. In folgendem soll daher eine weitere Bedingung entwickelt werden, die in enger Beziehung zur Schönheit und Unmittelbarkeit der Klangwirkung steht. Diese Bedingung ist kurz mit dem Begriff *geräuschechte Wiedergabe* umrissen. Es läßt sich zeigen, daß für eine hohe Wiedergabequalität die Geräuschechtheit genauso wichtig ist, wie der Frequenzgang und die Stereophonie. Die wirkliche Originaltreue stellt demnach gewissermaßen ein Produkt dieser drei Begriffe dar.

Der Einfluß der Resonanz auf die Klangfarbe von Geräuschen

Bei der Herleitung der *Geräuschechtheit* ergibt sich die Notwendigkeit, die akustischen Eigenschaften des Wiedergabegerätes, insbesondere die der Lautsprecher, näher zu untersuchen. Dessen akustische Eigenschaften hängen allein von der Fähigkeit zur Resonanz, also zum Mitschwingen auf angebotene Schallschwingungen ab. Als mitschwingungsfähige Gebilde darf man nicht nur das Material, aus dem das Gerät gebaut ist, verstehen, sondern muß auch die in diesem Gerät vorhandenen Hohlräume dazu zählen. Es handelt sich dabei meist um eine Resonanz mehrerer Freiheitsgrade, d. h. die Resonanzkörper geraten nicht nur auf der Grundfrequenz sondern mehr oder weniger auch auf den dazugehörigen Obertönen zum Mitschwingen.

Viele in unserer normalen Umwelt vorkommenden Geräusche können durch Resonanzkörper in ihrem Klangcharakter z. T. bis zur Unkenntlichkeit entstellt und verändert werden. Folgende Beispiele zeigen das sehr deutlich:

1. Die normalen Umweltgeräusche werden durch die Eigenresonanz einer Muschel so verändert, daß der Laie glaubt, in der Muschel ein Meeresrauschen zu hören.

2. Die Klangfarbe einer Gesangstimme oder der Stimme eines Redners wird verändert, wenn der Sänger oder Sprecher ein Megaphon benutzt, oder wenn er die Hände trichterförmig vor den Mund hält. Der Leser wird gebeten, diesen Versuch bei sich selber zu machen, er wird die Veränderung des Sprachklanges deutlich hören. Die Hände bilden hierbei den Hohlraum, durch dessen Resonanz der Sprachklang verändert wird.

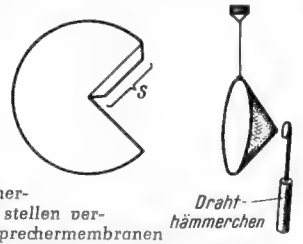


Bild 1. Aus mittelstarkem Zeichenpapier hergestellte Kegel stellen vereinfachte Lautsprechermembranen dar, an denen deren akustische Eigenschaften untersucht werden können

Bild 2. Darstellung des Schwingungsvorganges eines Papierkegels bei der ersten Teilschwingungsfrequenz F_1

3. Der unterschiedliche Klang aller unserer Vokale ist nicht ein Erzeugnis unserer Stimmbänder, sondern er beruht auf unterschiedlichen Stellungen des höher gelegenen Hohlraumsystems von Kehlkopf, Rachen, Nase und Mund, wodurch die Resonanzeigenschaften dieses Systems bestimmt werden.

Was haben nun unsere normalen Rundfunkdarbietungen mit Geräuschen zu tun? Als Geräusche wollen wir hier alle Schallarten verstehen, die ein kontinuierliches Frequenzspektrum besitzen. Dieses kontinuierliche Frequenzspektrum läßt sich theoretisch schon bei jeder nicht harmonischen Lautstärkeänderung einer reinen Sinusschallschwingung nachweisen. Lautstärkeänderungen von einzelnen Tönen und Klängen kommen in jedem Musikstück vor, ja, ohne sie ist eine Musik gar nicht denkbar. Wir wollen hier die Musik nur unter dem Gesichtspunkt der kontinuierlichen Frequenzspektren betrachten; wir fassen sie nur als Geräusch auf, was nach den vorhergehenden Erklärungen durchaus erlaubt ist. Jedes wiedergegebene Geräusch veranlaßt in der Tat das Mitschwingen aller Resonanzstellen des Wiedergabegerätes.

Die Lautsprechermembran als Resonanzkörper

Im vorigen Abschnitt haben wir an drei Beispielen die Veränderungen des Geräuschklanges durch *Hohlraumresonanz* erläutert. Es läßt sich zeigen, daß die Hohlraumresonanz für die Geräuschveränderungen bei den elektroakustischen Wiedergabegeräten eine geringere Rolle spielt, als die Resonanz des schwingungsfähigen Materials, insbesondere die *Resonanz der Lautsprechermembran.*

An einem einfachen Versuch kann man die Resonanzeigenschaften der Lautsprechermembran zeigen. Wir fertigen uns aus mittelstarkem Zeichenpapier verschieden große Kegel an *(Bild 1)*. Die Seitenlänge s dieser Kegel soll betragen:

Kegel	1	2	3	4	
Seitenlänge s	100	30	8	4	mm

Diese Kegel stellen vereinfachte Lautsprechermembranen dar. Wir hängen sie am Rande an dünnen Fäden auf und schlagen mit einem kleinen Drahthämmerchen gegen die Kegelspitze. Der größte Kegel gibt dabei ein knackendes Geräusch von sich, während die kleinsten Kegel ein feines Ticken erzeugen. Je kleiner also der Papierkegel ist, um so heller und höher wird er beim Anschlag erklingen. Dabei kann man beobachten, daß die Tonhöhe des Geräusches nicht mehr zunimmt, wenn die Seitenlänge des Kegels unter 8 mm beträgt. Die beiden kleinsten Kegel haben also den gleichen Klang, der kleinere ertönt nur etwas leiser.

Offenbar hängt die Klanghöhe des Knakkens bzw. Tickens von der *Eigenresonanz* (nicht zu verwechseln mit dem Begriff der Eigenresonanz eines Lautsprechers) der betreffenden Papierkegel ab, und bei den beiden kleinsten Kegeln lag diese Resonanzstelle sicher schon über der Hörgrenze. Das Frequenzband wird in diesem Falle von unserm Ohr beschnitten, d. h. uns scheint es, als wären die beiden kleinsten Kegel nur bis zu einer oberen Grenzfrequenz von etwa 16 000 Hz belastet. Diese Frequenz liegt unterhalb der Resonanzstellen der beiden Kegel. Das Mitklingen dieser Resonanzstellen kann nicht gehört werden und damit auch nicht der charakteristische Eigenklang der Membranen. Der Klang hängt hierbei nur von der Art und Weise des Anschlags und von dem Schlaginstrument ab. In *Bild 2* ist der Schwingungsvorgang verdeutlicht, durch den der Eigenklang der Membran hervorgerufen wird. (Gilt nicht für alle Lautsprecher-Typen. In vielen Fällen bilden sich *radiäre* Knotenlinien und nicht *zirkuläre.*)

Gesetzt den Fall, wir könnten unser Hörvermögen künstlich in den höheren Frequenzlagen beschneiden, gerade bis unter die Resonanzfrequenz des 30-mm-Kegels, so würden wir bei den drei kleinsten Kegeln keinen Unterschied in der Klangfarbe bemerken können. Wir sehen, daß der Eigenklang der Membran nur dann verhindert werden kann, wenn man die Membran nur bis zur eigenen Resonanzfrequenz belastet. Nur in diesem Falle ist die Klangfarbe des wiedergegebe-

[1]) Kühne: Der beste Hi-Fi-Lautsprecher, FUNKSCHAU 1957, Heft 7, S. 183

nen Geräusches unabhängig von der Eigenklangfarbe der Membran. Oberhalb dieser Resonanzstelle fungiert die Membran nicht nur als Schallübermittler, sondern auch als Originalinstrument und zerstört so die Klangwirkung des Originals[2]). *Ein Geräusch kann also nur dann in seiner Originalklangfarbe nachgeahmt werden, wenn wir die betreffenden Lautsprecher nur bis zu der entsprechenden Resonanzfrequenz belasten.*

Die praktischen Schlußfolgerungen

Welche Lage hat nun diese Resonanzfrequenz? Nach allgemeinen Schwingungsgesetzen sinkt die Resonanzfrequenz gleichartig gebauter Körper mit doppelter Länge auf die Hälfte. Danach können wir folgende Gleichung aufstellen:

Die Resonanzfrequenz F_1 ist umgekehrt proportional der Seitenlänge s (K ist der Proportionalitätsfaktor):

$$F_1 = \frac{K}{s}$$

Bei einer Seitenlänge von 8 mm ist die Resonanzfrequenz $F_1 = 16\,000$ Hz, also

$$16\,000 \text{ Hz} = \frac{K}{8 \text{ mm}}$$

Aus beiden Gleichungen erhalten wir:

$$F_1 = \frac{16\,000 \text{ Hz} \cdot 8 \text{ mm}}{s}$$

Wir nehmen an, daß bei einem Lautsprecher die Membranresonanz F_1 durch die Befestigung des Membranrandes und der Schwingspule auf etwa $^2/_3$ des Wertes der freien Aufhängung absinkt. Außerdem fügen wir den Durchmesser D des Lautsprechers mit ein, indem wir D = 2s setzen. Wir erhalten dann:

$$F_1 = \frac{17{,}06 \cdot 10^4 \cdot \text{Hz} \cdot \text{mm}}{D}$$

Die erste Teilschwingungsfrequenz F_1 verschiedener Lautsprechertypen der Firma Isophon

Typ	Membranform	F_0 (Eigenresonanz)	F_1 (wirklich)	F_1 errechnet)
P 38/45/10	N (Nawi)	35 Hz	500 Hz	440 Hz
P 30/37/10	N	45 Hz	600 Hz	570 Hz
P 30/31/10	N	55 Hz	700 Hz	570 Hz
P 25/31/11	N	55 Hz	600 Hz	680 Hz
P 25/25/11	N	60 Hz	?	680 Hz
P 20/19/ 9	N	80 Hz	1200 Hz (?)	850 Hz
P 18/19/ 8	K (Konus)	90 Hz	900 Hz	940 Hz
P 16/19/ 8	K	110 Hz	900 Hz	1060 Hz
P 10/13/10	K	200 Hz	1500 Hz	1700 Hz
P 6/13/10	K	350 Hz	2000 Hz	2600 Hz

(Die erste Zahl der Typenbezeichnung gibt den Durchmesser des Lautsprechers in cm an)

[2]) Skudrzyk: Grundlagen der Akustik. Springer, Wien 1954

Durch Einbeziehung der Schallgeschwindigkeit in Luft $v_s = 340$ m/sec in die vorige Gleichung kann das Ergebnis sehr vereinfacht werden:

$$F_1 \cdot \lambda_1 = 340 \text{ m/sec} = 34 \cdot 10^4 \text{ mm/sec}$$

(λ_1 = Wellenlänge der Resonanzfrequenz F_1 in Luft)

also: $\boxed{\lambda_1 = 2\,D}$

In Worten bedeutet diese Gleichung folgendes:

Ein Konuslautsprecher gibt nur diejenigen Frequenzen in ihrer Originalklangfarbe wieder, deren Wellenlänge größer als der doppelte Durchmesser des Lautsprechers ist.

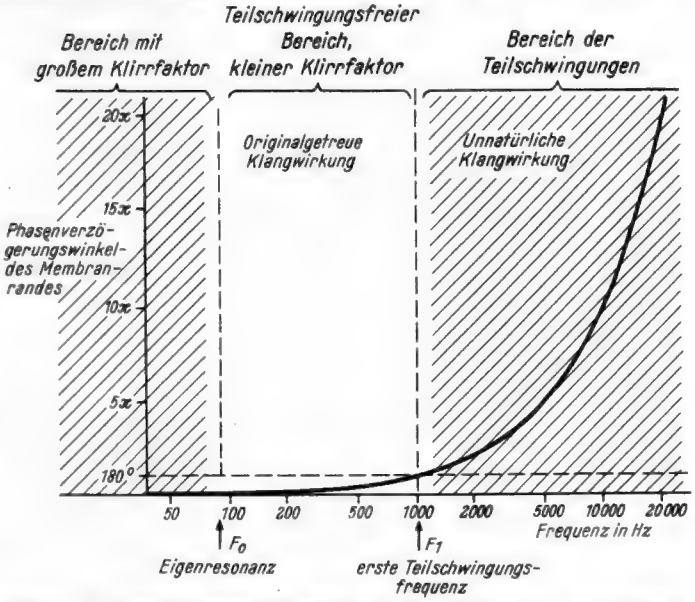


Bild 3. Die Einschwingungsverzögerung des Membranrandes in Phasenwinkeln der jeweiligen Tonfrequenz. Für eine originalgetreue Klangwirkung ist eine Phasenverzögerung von höchstens 180° zulässig (Lautsprecher: Dynamisches System, 180 mm ⌀)

Da bei dieser Frequenz die sogenannten *Teilschwingungen* der Lautsprechermembran beginnen, kann man obigen Grundsatz auch anders formulieren:

Bei originalgetreuer Wiedergabe dürfen die Membranen der Lautsprecher nicht unterteilt schwingen.

Die Frequenz, bei der die Teilschwingungen beginnen, wollen wir *erste Teilschwingungsfrequenz F_1 nennen.* Bei F_1 schwingen größere Teile der Membran in entgegengesetzter Phase. Dadurch ergibt sich eine Verminderung des Schalldruckes, die sich in einem Einbruch der Schalldruckkurve an dieser Stelle mehr oder weniger bemerkbar macht. Nach Mitteilungen der Firma Isophon ist die Lage der Teilschwingungsfrequenz F_1 bei einigen ihrer Lautsprechertypen durch Ablesen aus der Schalldruckkurve festzustellen *(Tabelle links).*

Aus dieser Tabelle kann man entnehmen, daß bei einfachen Konusmembranen die wirkliche Frequenz F_1 etwas tiefer und bei Nawimembranen etwas höher liegt, als nach der Formel $\lambda_1 = 2\,D$ zu erwarten wäre.

Die *erste Teilschwingungsfrequenz* F_1 gibt also die *obere* Frequenz für originalgetreue Wiedergabe und die *Eigenresonanz* F_0 die *untere* Frequenzgrenze, bei der ein Lautsprecher noch klirrarm arbeitet, an. Je breiter das Frequenzband zwischen F_1 und F_0 ist, um so geeigneter scheint der Lautsprecher für eine Kombination mit *teilschwingungsfreier* Wiedergabe zu sein. Dieses Frequenzband wird praktischerweise durch den Quotienten Q von F_1 und F_0 gekennzeichnet, denn damit erhalten wir einen Wert, der für alle Lautsprechertypen ein vergleichbares Maß darstellt:

$$\boxed{Q = \frac{F_1}{F_0}}$$

Folgende Aufstellung gibt einen kurzen Überblick über den Quotienten Q bei verschiedenen Lautsprecherkonstruktionen.

Typ	Q
Hornlautsprecher	1,5 bis 2,0
elektromagnetisches System[3])	1,8
Freischwingersystem[3])	2,8
dynamisches System mit Konusmembran	6 bis 12
dynamisches System mit Nawimembran	10 bis 14,5

Die Lautsprechersysteme, deren Klangqualität üblicherweise als besonders gut bezeichnet wird, besitzen in dieser Tabelle auch den höchsten Q-Wert, so daß man dieses Q tatsächlich als *Klanggütequotienten* bezeichnen darf. Für eine originalgetreue Klangwirkung innerhalb des gesamten Hörbereichs müßte ein Lautsprecher allerdings den hohen Klanggütequotienten von 500 besitzen. Zur Zeit scheint es nur einen Lautsprechertyp zu geben, der diese Bedingung erfüllt, das ist der sog. Coronarentladungslautsprecher[4]). Eine grafische Darstellung *(Bild 3)* erläutert an einem Beispiel den Bereich für originalgetreue Klangwirkung.

Eine Lautsprecherkombination für teilschwingungsfreie Wiedergabe

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, Teilschwingungen der Lautsprechermembrane auszuschalten:

1. Vermeidung von Tonfrequenzen, die in den Bereich der Teilschwingungen der Lautsprechermembrane fallen, und
2. Dämpfung der Membrane durch die Masse der umgebenden Luft.

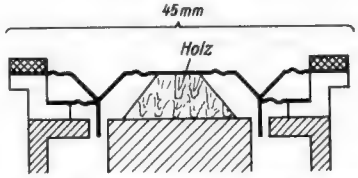


Bild 4. Die Membran des vom Verfasser angefertigten Lautsprechers in Originalgröße. Nach den Berechnungen liegt bei dieser Membran die Teilschwingungsfrequenz F_1 (s. Text) bei etwa 16 000 Hz

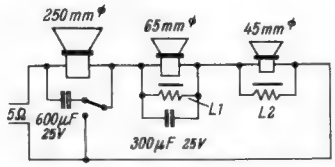


Bild 5. Schaltbild einer Lautsprecherkombination für teilschwingungsfreie Wiedergabe. L_1 = 20 Wdg., L_2 = 14 Wdg. 1,0 CuL, je auf einem Transformatorkern mit 0,5...1 cm² Eisenquerschnitt

Der zweite Weg ist für dynamische Lautsprecher vorerst noch nicht gangbar, denn es gelingt nicht, die Membranmaße bei genügender Steifigkeit soweit zu vermindern, daß eine vollständige Dämpfung der Teilschwingungen durch die umgebende Luft eintritt.

[3]) Nach Frequenzkurven aus: Büscher: ABC der Elektroakustik. Franzis-Verlag, München 1957.

[4]) Coronarentladungs-Lautsprecher. FUNKSCHAU 1957, Heft 9, S. 220

Aus der Tabelle für die Teilschwingungsfrequenzen kann man entnehmen, daß mit den dort aufgeführten Lautsprechern nur ein Frequenzbereich bis herauf zu 2000 Hz teilschwingungsfrei wiedergegeben werden kann. Von diesem Punkt bis 16 000 Hz klafft eine Lücke, die bei den heutigen Standard-Geräten nur mit unnatürlicher Klangwirkung ausgefüllt werden kann. Auch die Membranen der Kristall-Lautsprecher sind noch zu groß, um eine teilschwingungsfreie Wiedergabe bis 16 000 Hz zu ermöglichen.

Es ergibt sich hier die Forderung nach einem Lautsprecher, der das Frequenzband oberhalb 2000 Hz genügend lautstark wiedergibt und dessen Teilschwingungsfrequenz F_1 bei 16 000 Hz liegt. Die Maße der Membran dieses Lautsprechers ergeben sich durch Extrapolation der Maße der bekannten Typen. Auf diese Weise erhalten wir eine Membranseitenlänge von 5,5 mm. Auf der Grundlage dieses Maßes hat der Verfasser einen Lautsprecher gebaut, dessen Membran *Bild 4* in Originalgröße zeigt.

Mit Hilfe dieses Lautsprechers wurde eine Kombination, bestehend aus folgenden drei Typen, zusammengestellt:

1. 250 mm ⌀ 60 bis 680 Hz
2. 65 mm ⌀ 300 bis 2000 Hz
3. 45 mm ⌀ 2000 bis 16000 Hz

Diese Kombination wurde nach *Bild 5* zusammengeschaltet. Das Prinzip der Schaltung beruht auf einer Dämpfung der unerwünschten Teilschwingungen. Von der Wirksamkeit des kleinsten Lautsprechers in dieser Schaltung kann man sich überzeugen, wenn man ihn kurzschließt. Diese Kombination ermöglichte eine bisher unbekannte Deutlichkeit und Sprachverständlichkeit. Gesang- und Sprachsendungen wurden hierdurch fast greifbare Wirklichkeit, Musiksendungen zeichneten sich durch eine außerordentliche Schönheit aus.

Abschließend sei noch erwähnt, daß alle bis heute erreichten wesentlichen Klangverbesserungen immer mit einer Dämpfung von Teilschwingungen einhergegangen sind. Einleuchtend ist, daß eine gewisse Dämpfung des Teilschwingbereiches durch kapazitive Ankoppelung von kleineren Hochtonlautsprechern parallel zum Tieftonsystem erreicht wird. Dadurch werden die hohen Frequenzen auf mehrere Systeme verteilt, wodurch die relative Lautstärke der Teilschwingungen im Tieftonsystem abnimmt. Auch durch eine Anhäufung gleichartiger Lautsprechertypen auf kleinem Raum (Kugelstrahler[5]), Schallzeile) sinkt der Lautstärkeanteil der Teilschwingungen, denn bei einem Klanggütequotienten von Q = 10 bewegen sich die Wellenlängen des teilschwingungsfreien Bereiches zwischen 2 und 20 D (Durchmesser des einzelnen Lautsprechers). Danach ergibt sich die Möglichkeit, daß Schallwellen dieses Bereiches in die gleiche Phase fallen, wodurch sich deren Lautstärke addiert, während das bei kürzeren Wellenlängen kaum möglich ist. Für den Kugelstrahler trifft dies in besonderem Maße zu. Bei Anordnung der Lautsprecher in einer Ebene (Schallzeile) wird die Intensität der Teilschwingungen nur außerhalb der Hauptstrahlungsrichtung vermindert.

[5]) Keidel: Eine neue Hochtonkugel. FUNKSCHAU 1956, Heft 22, S. 935

Nachdenkliches zum Druckkammersystem und zur Geschwindigkeitstransformation

Der Wirkungsgrad normaler dynamischer Lautsprecher ist trotz aller Fortschritte immer noch recht bescheiden. Von den vom Verstärker angelieferten elektrischen Watts werden nur wenige Prozent in akustische Watt, also in wirkliche Schall-Leistung, umgesetzt.

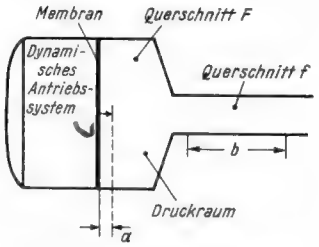


Bild 1. Druckkammer-Prinzip

Der Hauptgrund für den schlechten Wirkungsgrad liegt darin, daß die großflächige Lautsprechermembran zu schlecht an das Medium „Luft" angepaßt ist. Die Luft bietet der schwingenden Membran einen zu geringen *Strahlungswiderstand*. Es ist, als wenn man ein Ruderboot dadurch bewegen sollte, daß man die Ruder nicht ins Wasser taucht (großer Widerstand), sondern in der Luft damit herumrudert (sehr kleiner Widerstand). Trotz großer Anstrengung wird man kaum damit vorwärtskommen.

In neuerer Zeit ist es nun auf Grund scharfsinniger Überlegungen und Entwicklungsarbeiten gelungen, im *Druckkammersystem* den Wirkungsgrad dynamischer Lautsprecher bemerkenswert zu steigern. Die Membran des Lautsprechers arbeitet hierbei nicht mehr auf den freien Luftraum, sondern nach *Bild 1* auf den durch eine enge Röhre abgeschlossenen Druckraum mit dem Querschnitt F. Bei einer Membran-Amplitude a wird somit das Volumen

$$V = F \cdot a$$

im Druckraum verschoben. Dieses Luftvolumen wird in die enge Austrittsöffnung vom Flächenquerschnitt f gedrückt und dabei in das Luftvolumen f · b umgesetzt. Die Luft muß sich in diesem engen Querschnitt schneller bewegen, so wie ein breiter Strom, der sich durch einen Engpaß zwängen muß, dort schneller fließt. Man nennt diesen Vorgang beim Druckkammersystem eine *Geschwindigkeitstransformation*, weil die Geschwindigkeit der Luftteilchen im engen Teil mit dem Querschnitt f größer ist als in der Druckkammer mit dem Querschnitt F.

Akustisch wirkt sich dies so aus, daß gegenüber der Antriebsmembran ein höherer Strahlungswiderstand entsteht und die abgegebene akustische Schalleistung größer wird. Die höhere Geschwindigkeit bedeutet, wenn man wieder an das Beispiel mit dem Ruderboot anknüpft, daß das Ruder so schnell bewegt wird wie ein Flugzeugpropeller. Gegenüber dieser schnelleren Bewegung ist die Luft „härter", sie bietet dann genügend Widerstand, so daß der Wirkungsgrad erhöht wird.

Zahlenmäßig steigt der Wirkungsgrad beim Druckkammer-Lautsprecher etwa im Verhältnis F : f. Er läßt sich jedoch nicht beliebig vergrößern, weil noch andere Einflüsse vorhanden sind. So drückt sich die Luft etwas zusammen, so daß nicht das gesamte Volumen V in die enge Röhre gepreßt wird, doch bleibe dies hier außer Betracht.

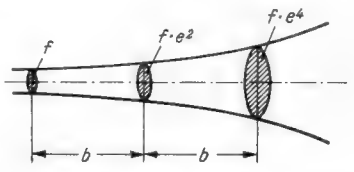


Bild 2. Querschnittserweiterung beim Exponentialtrichter

Wir haben jedenfalls durch die Geschwindigkeitstransformation eine bessere Anpassung an das Lautsprechersystem und damit einen besseren Wirkungsgrad, aber wir sind noch nicht im freien Schallfeld. Die enge Röhre muß nun ihrerseits an den umgebenden Schallraum angepaßt werden, und dies geschieht durch einen Exponentialtrichter. Der Querschnitt eines solchen Trichters erweitert sich nach *Bild 2* je Längeneinheit um einen konstanten Prozentsatz, z. B. um den Faktor $e^2 \approx 7{,}4$ auf die Länge b. Der Abstand b hängt ab von der Wellenlänge λ_g

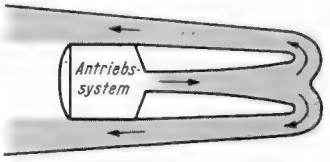


Bild 3. Falttrichter für Druckkammer-Lautsprecher

derjenigen unteren Grenzfrequenz, die noch gut transformiert werden soll. Je tiefer diese untere Grenzfrequenz liegt, um so größer wird der Querschnittabstand b, und um so langsamer wächst der Trichterquerschnitt. Es gilt dabei

$$b = \frac{\lambda_g}{2\pi}$$

Die Gesamtlänge richtet sich einmal nach der Strecke b und zweitens nach dem erforderlichen Endquerschnitt, dessen Durchmesser d_e keinesfalls den Wert

$$d_e = \frac{\lambda_g}{\pi} = 2\,b$$

unterschreiten darf, und nach dem durch das Antriebssystem gegebenen Anfangsquerschnitt f. Bei 30 Hz unterer Grenzfrequenz z. B. muß b mindestens 1,8 m sein und d_e mindestens 3,6 m betragen. Für tiefe Frequenzen erhält man also Trichter von riesigen Abmessungen, so daß sich ihre Verwendung verbietet. Man benutzt daher solche Anordnungen vorwiegend für hohe und mittlere Frequenzen. Da auch hierbei die Länge des Trichters für Einbauten im Gehäuse meist zu groß ist, faltet man ihn, wie es z. B. *Bild 3* zeigt.

Beim Exponentialtrichter tritt noch eine weitere Erscheinung hinzu. Die ohnehin höhere akustische Nutzleistung wird durch den Trichter gebündelt und ergibt in der Hauptstrahlrichtung nochmals eine Energieerhöhung. Damit erhält man Wirkungsgrade von 30...50 %, wie sie durch keine andere Schallführung erzielt werden können. Voraussetzung ist Schallhärte und Starrheit der Trichterwände und gute Anpassung des Schwingsystems an den Eingangsquerschnitt des Trichters sowie die streng gesetzmäßige Erweiterung des Trichterquerschnittes. Wie man sieht, ist dies alles ziemlich kompliziert, und man könnte stolz darauf sein, wie wir es doch so herrlich weit gebracht haben mit unserem physikalischen Wissen und unserer mathematischen Formelrechnung, um Druckkammersysteme mit Exponentialtrichter zu verstehen und zu bauen.

Das Erstaunliche aber ist, und darauf wurde bisher kaum hingewiesen, daß diese Prinzipien bereits seit Jahrtausenden der Menschheit bekannt sind und angewendet

werden. Druckkammersystem und Exponentialtrichter sind nämlich nichts anderes als die Posaunen, Alphörner oder Luren, die bereits in grauer Vorzeit dazu dienten, die bescheidene akustische Leistung der menschlichen Stimme an das freie Schallfeld anzupassen und den Wirkungsgrad zu steigern.

Die Druckkammer ist dabei die Mundhöhle. Im angesetzten Rohrstück der Posaune erfolgt die Geschwindigkeitstransformation, und der Trichter ergibt die Anpassung an den Luftraum (*Bild 4*). Vielleicht rechnet einmal jemand die Querschnittserweiterung einer Lure nach. Oft haben Naturvölker ein erstaunlich feines Gefühl für solche Dinge. Es wäre nicht verwunderlich, wenn das Exponentialgesetz bei der Querschnittsgestaltung erfüllt wäre, und zwar rein gefühlsmäßig ohne mathematische Rechnung. Bei der Lure wendete man auch bereits eine Art Falttrichter an, während die ursprüngliche Posaune und das Alphorn noch gerade Trichter besitzen. Alphörner sind allerdings so lang, daß sie aufgestützt werden müssen.

Während sonst ein Mensch bei aller Anstrengung kaum einige hundert Meter mit seiner Stimme durchzudringen vermag, kann er mit einem Alphorn leicht einige Kilometer überbrücken. Dies macht nicht nur die Bündelung des Schalles durch die Richtcharakteristik des Hornes aus, sondern auch der bessere Wirkungsgrad durch Druckkammersystem und Exponentialtrichter. Ob allerdings die Mauern von Jericho, wie die Bibel berichtet, allein durch den Schalldruck der Posaunen eingestürzt sind, ist zu bezweifeln. Man kann sich allenfalls vorstellen, daß hierbei geschickt eine Resonanzerscheinung ausgenutzt und eine bröckelige Lehmmauer durch „Abstimmen" des Posaunentones in ihrer Eigenschwingung angeblasen wurde, so daß sich die Schwingungen bis zum Bruch aufschaukelten. Die Gesetze der Physik und Technik gelten nämlich von Anbeginn der Welt und sind nicht erst in unseren Tagen erfunden worden. Limann

Bild 4. Lurenbläser aus der Bronzezeit (2000 bis 800 v. Chr.)

„Getarnter" FUNKSCHAU-Lautsprecher

In der FUNKSCHAU 1954, Heft 3, Seite 47, veröffentlichten wir genaue Maße für einen Eckenlautsprecher mit Schallumwegleitung. Man kann diese der Firma Telefunken geschützte Anordnung als den Hi-Fi-Lautsprecher mit dem besten „finanziellen Wirkungsgrad" bezeichnen, denn außer einer richtig bemessenen Holzplatte, die von der Zimmerecke zu einem Gehäuse ergänzt wird, ist nur ein einziges Lautsprecher-Breitbandsystem erforderlich. Uns ist keine Gehäuseform bekannt, die mit dem gleichen niedrigen Aufwand eine auch nur annähernd so gute Wiedergabe liefert.

Unsere Leser waren des Lobes voll, aber einige schrieben uns, daß sie in ihrer Wohnung beim besten Willen keine Zimmerecke für den Lautsprecher frei machen können. Zu diesen Briefschreibern zählte auch Herr Walther Voigt, dem wir die abgewandelte Ausführung nach FUNKSCHAU 1954, Heft 14, Seite 302, empfahlen. Der dort beschriebene säulenförmige Gehäuselautsprecher (der übrigens noch heute in unserem Laboratorium gute Dienste leistet) kann an jeder beliebigen Stelle im Raum aufgestellt werden, er läßt sich mit gleichem klanglichen Erfolg auch liegend anordnen. Unser Vorschlag ließ Herrn Voigt nicht ruhen. Er suchte nach einer möglichst gefälligen Form und fand diese in der in *Bild 1* gezeigten Vitrine aus Edelholz.

Im langgestreckten Oberteil wurde die Lautsprecher-Schallführung untergebracht, so wie es die Maßskizze *Bild 2* erkennen läßt. Rechts und links haben noch zusätzlich zwei Lorenz-Hochtöner Platz gefunden (3 D-Baukasten). Das Hauptsystem stammt von Isophon und trägt die Typenbezeichnung 2132/25/11. Unten links enthält der Schrank eine Hausbar, und rechts neben dem mit Glas-Schiebetüren verschlossenen Bücherfach ist ein weiterer verschließbarer Schrank für alle möglichen Dinge eingebaut.

Beim Bau wurden einige Kniffe angewandt, die wir unseren Lesern nicht vorenthalten möchten: Um Klirrerscheinungen zu unterbinden, laufen die Glasscheiben des Bücherfaches auf Filz- und Fiberstreifen. Das linke Ziergitter ist „blind" für den Schall des Hauptlautsprechers, das heißt, es wäre eigentlich gar nicht erforderlich und dient nur zum Symmetrieren der Vorderansicht. Die in Bild 2 sichtbare Frontplatte F ist mit dem Seitenteil A fest verbunden und läßt sich auch so einsetzen, daß der Hauptlautsprecher und Teil A (gestrichelt) nach rechts kommen. Das kann unter Umständen bei einer anderen Aufstellung der Vitrine nützlich sein. Der Bespannstoff vor F ist beigefarben und mit zarten Goldfäden durchwirkt. Als Ziergitter links und rechts benutzte Herr Voigt Fahrradspeichen, die mit 6 mm Abstand eingesetzt und durch drei Querstreben klirrfrei gehalten werden. Die seitlichen Abdeckungen der Hochtöner stammen aus dem Lorenz-3-D-Baukasten.

Der Verstärker enthält die Röhren EF 86 und EL 84; er wurde nach der FUNKSCHAU 1956, Heft 14, Seite 597, aufgebaut (Billiger Hi-Fi-Verstärker mit Eintakt-Endstufe) und ist im abseits aufgestellten Plattenspieler untergebracht. Herr Voigt schreibt hierzu: „Die Wiedergabe von guten UKW-Konzertdarbietungen klingt ganz hervorragend. Ein normaler Lautsprecher wirkt im Vergleich dazu dünn. Meine Freunde und Bekannten haben mir bestätigt, daß sie noch nie eine so brillante Wiedergabe von Rundfunk und Platte erlebt haben. Der Lautsprecher hat mir schon viel Freude bereitet und ich danke der FUNKSCHAU für die damalige Beratung." -ne

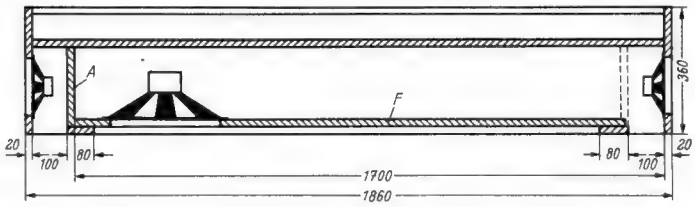


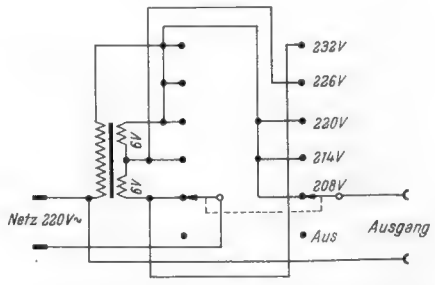
Bild 2. Schnitt durch das Lautsprecherfach (Maße in mm)

Bild 1. Vitrine mit eingebautem Schallumweg-Lautsprecher nach FUNKSCHAU-Bauvorschlägen

Einfacher Regeltransformator

Bei manchen Arbeiten in der Werkstatt, besonders aber bei der Reparatur von Fernsehempfängern muß die nominelle Netzspannung zur Verfügung stehen, auch wenn das Netz Unter- oder Überspannung aufweist. Mit Hilfe eines Heiztransformators und eines zweifachen Sechsstufenschalters läßt sich eine Anordnung nach untenstehendem *Schaltbild* aufbauen, die eine Anpassung der Netzspannung in Stufen von je 6 V im Bereich von 208 V bis 232 V gestattet. Hierbei arbeitet die Primärwicklung des Transformators als Autotransformator. Zur Ausgangsspannung dieses Autotransformators kann durch die Schalter die Spannung je einer der Sekundärwicklungen oder beider zusammen hinzugefügt oder von ihr abgezogen werden. Da der Transformator in dieser Schaltung höher belastet werden kann, als es nach seinem Zweck der Fall ist, genügt das Gerät bei vielen Erfordernissen der Werkstatt. -dy

J. Licitri, Line-Voltage Regulator, Radio-Electronics, Juli 1957, Seite 118



Heiztransformator als Regeltransformator geschaltet

Stereofonie auf Schallplatten

Schneidkopf für die Herstellung von stereofonischen Schallplatten nach der 45/45-Methode von Westrex. Die damit geschnittenen Langspielplatten tragen neun Rillen pro Millimeter; die Rillentiefe beträgt 56 μ. Deutlich sind die beiden Zuführungen zum Schneidkopf und das Span-Absaugerohr zu erkennen.

Der nächste Schritt auf dem Wege zur echten Hi-Fi-Wiedergabe wird unzweifelhaft die Stereofonie sein. Voraussetzung sind Tonträger mit stereofonischer Schallaufzeichnung. Doppelspurige Tonbänder mit entsprechend aufgenommener Musik sind in England und in den USA seit einiger Zeit im Handel, desgleichen Wiedergabegeräte mit zwei Hörköpfen, Zweikanalverstärker und räumlich getrennten Lautsprechergruppen. Es hat aber den Anschein, als ob erst die sterefonisch aufgenommene *Schallplatte* das neue Klangerlebnis weiteren Kreisen zugänglich machen wird. Ebenso wie die handliche, unzerbrechliche und einfach zu lagernde Klein- und Langspielplatte dank ihrer vielen Vorzüge das musikbespielte Tonband nicht recht hat aufkommen lassen, wird unserer Meinung nach auch die Schallplatte der Stereo-Tonträger für das breite Publikum werden.

Auf diesem Gebiet der Elektroakustik wird auch in Deutschland intensiv gearbeitet; mehrere Firmen verfolgen eigene technische Entwicklungen, ohne auch nur ein Wort darüber an die Öffentlichkeit dringen zu lassen. Jedoch ist eines dieser Systeme – es stammt aus den Entwicklungslaboratorien von Telefunken (Hannover) – in Großbritannien und in den USA bereits öffentlich von der London Records Co.[1]) vorgeführt worden und steht jetzt mit einem zweiten System (Westrex Inc., New York) bereits in einem gewissen Wettbewerb, natürlich noch nicht kommerziell, sondern eher ideell. Nachstehend geben wir unseren Lesern einige Informationen zu diesem Thema, die sich vorzugsweise auf amerikanische Veröffentlichungen stützen.

Die drei Grundforderungen

Ehe wir die Technik behandeln, sollen jene drei Forderungen genannt werden, die der Schallplatten-Verbraucher stellt – und auch stellen darf, wenn man gerecht sein will.

1. Die Schallplattenindustrie muß sich auf *ein* Verfahren einigen, so daß die stereofonisch aufgenommenen Schallplatten überall in der Welt mit der gleichen Norm geschnitten und gepreßt werden. Es wird dann auch nur eine Tonabnehmer-Grundkonstruktion geben, die möglichst mit magnetischem, dynamischem und Kristall-System herstellbar sein soll.

2. Das Verfahren soll „verträglich" (compatible) sein, so daß der Stereo-Tonabnehmer auch Einkanal-Schallplatten abtastet und mit maximaler Qualität wiedergeben kann. Diese Verträglichkeit wird sich allerdings für die Schellackplatte mit 78 U/min kaum erreichen lassen, was allerdings nicht als ein schwerwiegender Nachteil anzusehen ist.

3. Stereo-Schallplatten hingegen sollen mit den heute gebräuchlichen Tonabnehmern einkanalig abtastbar sein, ohne daß merkbare Qualitätsverluste (mit Ausnahme des Wegfalls der Stereofonie) eintreten dürfen. Diese Forderung zu erfüllen, dürfte fast unmöglich sein, weil ja die stereofonische Aufnahme besonderen Bedingungen unterliegt. Sehr überspitzt ausgedrückt: Jeder Kanal einer solchen Aufnahme enthält nur das halbe Orchester, d. h. jeder Kanal unterscheidet sich inhaltlich vom anderen ganz erheblich, anderenfalls ließe sich der räumliche Klangeffekt überhaupt nicht erzielen. Diese Forderung löst auch technisch erhebliche Schwierigkeiten aus, wie später erläutert werden soll.

Wirtschaftliche Überlegungen wollen wir außer Betracht lassen, obwohl sie für die künftige Entwicklung des Gebietes von ausschlaggebender Bedeutung sind und den Kaufleuten heute schon erhebliche Sorgen bereiten. Stereofonie wird mit dem „Teilnehmer Nummer 1" beginnen müssen, also wird sich die Nachfrage nach Stereo-Platten längere Zeit hindurch in geringen Grenzen halten. Dieses Problem wird nicht einfacher, wenn wir uns überlegen, daß sich die Stereofonie vorerst einmal auf ernste und gehobene Musik, Opern usw. beschränken wird, eine Musik, die am Gesamtumsatz der Schallplatte nur mit 15 bis 18 Prozent beteiligt ist.

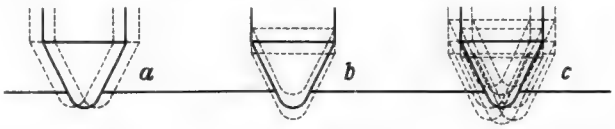


Bild 1. Die Bewegung der Tonabnehmernadel. a) bei Seitenschrift; b) bei Tiefenschrift; c) bei Seiten/Tiefenschrift

Nur eine Nadel

Die amerikanische Firma Cook brachte schon vor Jahren sog. *Binaural*-Schallplatten mit stereofonischen Aufzeichnungen heraus, die mit zwei starr gekuppelten, parallel laufenden Tonabnehmern abgetastet werden. Jeder von ihnen spielt einen ihm zugewiesenen Teil der Plattenoberfläche ab, so daß der Zeitinhalt jeder Plattenseite halbiert wird. Ähnliches gilt für einen Vorschlag, nach dem ein Tonarm zwei Systeme mit je einem Saphir trägt, die beide um eine Rillenbreite versetzt angebracht sind und auf zwei spiralförmig ineinander verlaufenden Rillensektionen laufen. Bei einer solchen Konstruktion ist wegen der geringen Rillenbreite die Möglichkeit des falschen Aufsetzens nicht ausgeschlossen, so daß also ein Saphir nicht wie vorgesehen in Rille 2 beginnt, sondern in Rille 3. Dann gibt es keinen stereofonischen Effekt.

Diese und andere Überlegungen führen zur Erkenntnis, daß Stereofonie auf Schallplatten nur mit einem Saphir abgetastet werden darf, dem dann *zwei* Bewegungsrichtungen zugeordnet sein müssen, eine vertikale und eine seitliche (horizontale).

Eine Nadel und ein Tonabnehmersystem bieten die Voraussetzungen für die Verträglichkeit gemäß den vorher gestellten Forderungen. Vorschläge in dieser Richtung sind schon früher gemacht worden; die Patentliteratur verzeichnet mehrere Schutzrechte für Vertikal/Seitlich-Verfahren, d. h. für eine Kombination von Seiten- und Tiefenschrift in einer Rille. Sie sind inzwischen abgelaufen, denn sie stammten aus den dreißiger Jahren.

Zur Zeit sind mehrere Varianten dieses Systems in der Entwicklung; bekannt geworden sind aber in letzter Zeit nur die Verfahren „Tiefe/Seite" der London Record Co. nach Telefunken, dem international ein stehendes Kreuz (+) als Kurzzeichen zugeordnet wurde, und das Verfahren der Westrex Inc., New York, das man auch „45/45" nennt und ein liegendes Kreuz als Kurzzeichen hat (×). Hier ist für Kanal 1 eine 45°-Bewegung nach rechts und für Kanal 2 eine solche um 45° nach links vorgesehen, so daß beide ebenfalls um 90° versetzt zueinander liegen.

Bild 1 zeigt bei a) die Bewegung des Saphirs auf einer Schallplatte mit Seitenschrift, die Emil Berliner 1888 erfand. Eine Vertikalbewegung findet nicht statt, nur eine solche in horizontaler Richtung. Bei b) ist gezeigt, wie sich der Saphir auf einer Platte mit Tiefenschrift bewegt, die Edison 1877 bei der Erfindung der Sprechmaschine einführte. Schließlich zeigt c) die komplizierten Bewegungen des Saphirs beim London-Verfahren (+).

Diese Bewegung gemäß c) muß nun auf das Tonabnehmersystem derart übertragen werden, daß zwei Ausgangsspannungen erzeugt werden, die möglichst wenig miteinander verkoppelt sind. In *Bild 2* ist eine Anordnung für das London-Verfahren gezeichnet, natürlich schematisch und vereinfacht. Hier ändert beispielsweise die ver-

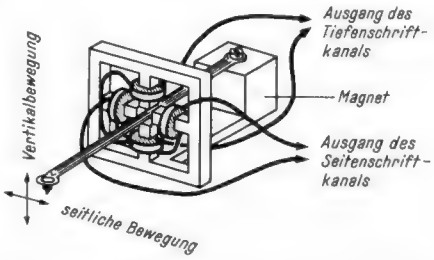


Bild 2. Vereinfacht dargestelltes magnetisches Tonabnehmersystem mit je einem Ausgang für die Tonfrequenz des Seitenschrift- und des Tiefenschriftkanals (London)

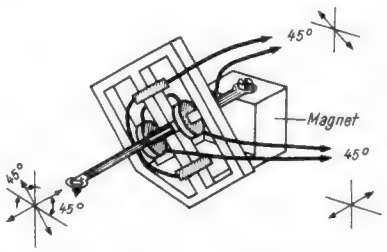


Bild 3. Dieses Tonabnehmersystem entspricht Bild 2, ist jedoch für das 45/45-Verfahren ausgelegt (Westrex)

[1]) Die Firma Teldec, Telefunken-Decca Schallplatten GmbH, Hamburg, hat für das Bundesgebiet und einige europäische Länder den Vertrieb von London-Schallplatten übernommen.

Schallplatte und Tonband

tikale Bewegung des Saphirs das magnetische Feld zwischen den vertikalen Polschuhen des Magneten, so daß „Vertikal-Ausgangsspannung" erzeugt wird (Kanal 1). Dabei verläuft die Bewegung genau parallel zu den Horizontal-Polschuhen, so daß hier keine Ausgangsspannung entsteht. Bei Horizontalbewegung des Saphirs liegen die Verhältnisse genau umgekehrt.

Bild 3 ist eine schematische Zeichnung des Tonabnehmersystems für das Westrex-Verfahren 45°/45° (X). Es arbeitet im Prinzip wie das London-Verfahren, nur ist der Teil mit den Polschuhen um 45° gedreht, wobei die Bedingung, daß beide Sektionen eine Position einhalten, die 90° zueinander steht, erfüllt ist. Es ist anzunehmen, daß das Konstruktionsprinzip, wie es in den Bildern 2 und 3 skizziert wurde, auch für Tonabnehmer mit anderen Systemen anwendbar ist.

Was die Frage nach dem Übersprechen beider Kanäle angeht, so demonstrierte London Records Tonabnehmer mit einem Dämpfungsverhältnis beider Kanäle von 25 dB; ein Tonabnehmer mit einer vergleichsweisen Dämpfung von 35 dB ist in der Entwicklung. Beim gegenwärtigen Stand der Dinge scheint es aber noch nicht gelungen zu sein, ähnlich gute Werte für Kristalltonabnehmer mit einer Übersprechdämpfung von 25 dB von einem Kanal in den anderen vor.

Aus amerikanischen Veröffentlichungen geht hervor, daß man dem 45/45-System im gegenwärtigen Stadium der Entwicklung etwas bessere Chancen als dem London-Verfahren einräumt. Als Begründung wird gesagt: Die Tiefenschrift ist schon beim Überspielen einer Aufnahme von Band auf Lackfolie – dem zweiten Schritt der Schallplattenherstellung – mit größerem Klirrfaktor behaftet, weil keine Proportionalität zwischen erzielter Tiefe und Sticheldruck besteht, vielmehr gibt es nur eine solche zwischen „Druck" und „herausgehobenem Material" (Lack). Hingegen wird bei der Seitenschrift stets eine gleiche Menge Material herausgeschnitten, da sich die Tiefe und damit das Volumen der Rille nicht ändert. Die Tiefenschrift enthält damit notwendigerweise einen höheren Anteil von Harmonischen und ähnlichen Formen von Verzerrungen.

Bild 4 versucht eine Erklärung dieses Vorganges zu geben. Allerdings wird es möglich sein, diese Schwierigkeit zu beheben. London Records führte kürzlich in den USA ein besonders stark gegengekoppeltes Schneidgerät vor, das dem Vertikal-Kanal eine ebenso gute Qualität verlieh wie dem Horizontalkanal. Die obere Grenzfrequenz lag bei 12 kHz.

Beim 45/45-Verfahren hingegen entält jede Bewegung den gleichen Anteil von horizontalen und vertikalen Komponenten, so daß die Qualität in beiden Kanälen gleich ist. Man sollte vielleicht so sagen: die Verzerrungen, die die vertikale Komponente hereinbringt, ist in beiden Kanälen gleich groß, sie wird nicht von einem Kanal allein beigesteuert (siehe *Bild 5*). Hier scheint sich auch eine Möglichkeit des Ausgleichs (Eliminieren) von Verzerrungen aus beiden Kanälen zu ergeben.

Die vorher als „Verträglichkeit" bezeichnete wünschenswerte Eigenschaft dürfte bei beiden behandelten Verfahren insofern gegeben sein, als die stereofonischen Tonabnehmer Einkanal-Schallplatten mit Mikrorillen (45 U/min und 33⅓ U/min) mit guter Qualität abspielen. Weniger sicher ist es, ob normale Tonabnehmer mit M-Saphiren stereofonisch aufgenommene Schallplatten abspielen können. Dem steht einmal das Aufnahmeverfahren an sich entgegen (vgl. Forderung 3 am Anfang des Aufsatzes), dann aber auch der Umstand, daß die Rückstellkraft der handelsüblichen Tonabnehmer in vertikaler Richtung gering ist und daher u. U. die vertikale Komponente der Stereo-Schallplatten ruinieren würde. Die Platte wäre dann für die Stereo-Wiedergabe unbrauchbar. Hier bringen sich wieder die Unterschiede zwischen dem London- und dem Westrex-Verfahren in Erinnerung. Während ein solcher Tonabnehmer bei einer Platte nach dem + -Verfahren (London) nur einen Kanal (Tiefenschrift) zerstören könnte – er würde dann maximale Verzerrungen liefern –, würden beim 45/45-Verfahren beide Kanäle gleichmäßig betroffen.

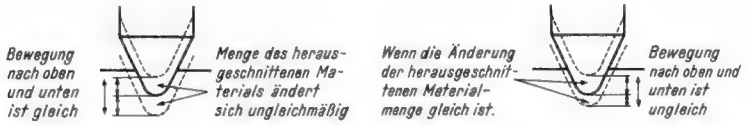


Bild 4. Der Grund für die stärkeren Verzerrungen bei Tiefenschrift

Bild 5. Das 45/45-Verfahren ist eine besondere Kombination von Tiefe/Seite

Weitere Ausblicke

Man kann den stereofonischen Effekt mit Hilfe zweier Kanäle auf zweierlei Art erzeugen. Die erste bedient sich des Zeitunterschiedes entsprechend der Erscheinung, daß ein von rechts eintreffender Schall das rechte Ohr früher als das linke trifft und umgekehrt (Laufzeit-Stereofonie). Es läßt sich aber auch mit Unterschieden des Schalldruckes arbeiten, d. h. der Inhalt beider Kanäle ist bis auf die Amplitude gleich (Intensitäts-Stereofonie). Diese letztgenannte Methode hat u. a. den Vorteil, daß der Grad des Übersprechens von einem Kanal in den anderen kaum interessiert, hierdurch ändert sich nur der Richtungseffekt um ein Geringes, während andererseits unerwünschte Echos und Verzerrungen nicht auftreten können, die beim Laufzeitverfahren bei zu starkem Übersprechen beider Kanäle nicht ausgeschlossen sind. Man kann auch daran denken, beim Tiefen/Seiten-Verfahren den Seitenschrift-Kanal mit höchster Qualität, den Tiefenschrift-Kanal jedoch mit vermindertem Frequenzumfang zu pressen, so daß man das Rumpeln besser vermeiden kann.

Es sind auch Versuche mit besonderen Effekten gemacht worden, indem im unteren und mittleren Tonfrequenzbereich beide Kanäle gegeneinander phasenverschobene Passagen aufweisen, die neuartige Klangeffekte zeitigten.

Ob eine nach dem Tiefen/Seiten-Verfahren aufgenommene Schallplatte mit der gleichen Stegbreite wie eine Einkanalplatte auskommen wird, ist nicht bekannt, wie auch die Frage nach dem Rillenprofil und damit nach den Saphirabmessungen nicht vor der Entscheidung für das eine oder andere System beantwortet werden kann. Sicher ist, daß das Auflagegewicht des Stereo-Tonabnehmer gegenüber dem Einkanalsystem nochmals vermindert werden muß.

Vieles also hängt von der Entscheidung der großen Schallplatten-Weltfirmen ab. Je früher sich diese auf ein Verfahren einigen, um so eher werden wir die stereofonische Schallplatte mit dem zugehörigen Spezialtonabnehmer, die Doppelverstärker und Lautsprechergruppen bekommen. Vorsichtige Beobachter glauben, daß die ersten Platten dieser Art – eine Einigung über das Verfahren vorausgesetzt – in den USA und Großbritannien Ende dieses Jahres herausgebracht werden; hierzulande wird es dann vielleicht bis zur Funkausstellung 1959 dauern.

Karl Tetzner

(Unter Benutzung von Firmenunterlagen, Ausstellungsberichten und des Beitrages „Single-Groove Stereo-Discs" von Norman H. Crowhurst, Radio-Electronics, Januar 1958, dem auch das Bildmaterial entnommen ist.)

Schreibmaschine steuert Diktiergerät

Soll der Text eines Diktiergerätes auf die Schreibmaschine übernommen werden, so müssen dessen Bedienungselemente möglichst so angeordnet sein, daß sie organisch während des Schreibens betätigt werden können. Dazu gibt es einen Handschalter mit den Tasten *Kurzrücklauf, Stop* und *Vorlauf*, der so unter den Schreibmaschinenrahmen geklemmt wird, daß er direkt vor der breiten Zwischenraumtaste liegt. Nach Wunsch kann auch ein entsprechender Fußschalter verwendet werden.

Besonders praktisch ist die Kopplung des Diktiergerätes Stenorette von Grundig mit der Triumph - Matura - Electric - Schreibmaschine, die Hand- oder Fußschalter überflüssig macht *(Bild)*. Die Schreibmaschine ist serienmäßig mit zwei zusätzlichen Tasten *Start* und *Wiederholung*, sowie *Stop* links und rechts neben der Zwischentaste ausgerüstet. Sie übernehmen die Funktion der Schaltung des Diktiergerätes. Ein besonderes Fernbedienungskabel verbindet hierbei die Stenorette mit der Schreibmaschine.

Bedienungstasten für Stenorette

Sprechen hören — um zu lernen

Der Verlag für fremdsprachige Lehr- und Wörterbücher Langenscheidt und die Deutsche Grammophon GmbH haben gemeinsam mit der Zusammenstellung und Veröffentlichung von Sprachkursen auf Schallplatten begonnen. Der jetzt vorliegende englische Sprachkursus umfaßt vier Langspielplatten 45 U/min und je ein Textbuch, die zusammen in einer Kassette zum Preis von 24 DM geliefert werden. Weitere Kurse für die französische, italienische und spanische Sprache sind in Vorbereitung.

UKW-Funksprechgerät für den Lotsendienst

Das Bundesverkehrsministerum hatte vor einiger Zeit der Elektro-Spezial GmbH den Auftrag für die Lieferung eines für den See- und Hafenlotsendienst brauchbaren UKW-Funksprechgerätes erteilt, das dem rauhen Betrieb an Bord und vor allem beim Entern und Verlassen der Schiffe bei schlechtem Wetter gewachsen sein muß. Stoß- und Schlagfestigkeit, weitgehende Unempfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen, Feuchtigkeit, Seewasser, schwache Säuren und Laugen, sowie Schwimmfähigkeit mußten mit der Forderung nach ausreichender Hf-Leistung, nach Lautsprecherbetrieb (!) und genügend langer Betriebszeit mit einer Batterieladung vereinigt werden. Geringes Gewicht und handliche Größe sowie Standfestigkeit des Gerätes standen weiterhin auf der Liste der Wünsche.

Das diesen Vorschriften genügende Gerät – es ist die erste Type der neuen Baureihe 400 – wurde unter dem Namen *Philips-Portofon* erstmalig auf der Industriemesse Hannover 1957 gezeigt; wir beschrieben es kurz im Messebericht (FUNKSCHAU 1957, Heft 11, Seite 290). Als Material für das Gehäuse dient ein nahezu unzerbrechlicher Kunststoff aus Polyesterharz mit Glasfaserarmierung. Der Gehäuseraum ist wasserdicht und in weiten Grenzen auch gasdicht; das Volumen wurde so gewählt, daß das Funkgerät schwimmt, wenn es ins Wasser fallen sollte (*Bild 1*).

Bild 2 vermittelt einen Eindruck von der hier angewendeten und heute allgemein üblichen Aufteilung der Schaltung in Baugruppen. Die Bausteine sitzen alle auf einem Montagerahmen, sind mit diesem durch drei oder vier Schrauben und eine Steckerleiste verbunden und können so bei Schäden leicht ausgewechselt werden. Die Halterungen sind rüttelfest.

Bild 3 zeigt das Blockschaltbild. In der oberen Reihe ist der Empfänger, ein Doppelsuperhet, zu erkennen; sein erster Oszillator ist im Bereich 12,333 bis 13,033 MHz auf sechs quarzstabilisierte, mit dem Kanalwähler einrastende Festfrequenzen abstimmbar. Über zwei Vervielfacherstufen wird die eigentliche Oszillatorfrequenz erzeugt, die das Zwölffache der Grundfrequenz beträgt, der Mischstufe zugeführt und hier mit der Eingangsfrequenz (156...174 MHz) zur ersten Zwischenfrequenz von ca. 8 MHz umgeformt. Diese passiert ohne weitere Verstärkung ein 4-Kreis-Bandfilter und trifft in der zweiten Mischstufe mit der quarzstabilisierten zweiten Oszillatorfrequenz von 7,545 MHz zusammen. Es entsteht die zweite Zwischenfrequenz von 456,5 kHz, die ein 15-Kreis-Bandfilter durchlaufen muß. Wie die *Tabelle* auf Seite 90 zeigt, liegt die Gesamtselektion des Empfängers, bezogen auf 30 kHz Abstand von der Kanalmitte, mit 100 dB außerordentlich hoch, und zwar wird dieser Wert ohne Quarz- oder mechanische Filter erzielt. Vielmehr hat man ein *Filter mit konzentrierter* Selektivität als selbständigen kleinen Baustein geschaffen, dessen Grundschaltung *Bild 4* wiedergibt. Der Hersteller nennt uns jedoch keine Spulendaten und Kapazitätswerte; hier handelt es sich anscheinend um eine bisher einmalige Entwicklung, die man noch nicht freigeben will. Die Schwierigkeit dieser Konstruktion liegt u. a. im Einhalten der Eingangs- und Ausgangsimpedanz von 56 kΩ beim Abgleichen der zahlreichen Spulen.

Insgesamt enthält der Empfänger vierzig Schwingkreise. Die meisten Stufen sind mit der Subminiaturröhre 1 AD 4 bestückt. Steckquarze in Keramikfassungen für die beiden Oszillatoren im Empfänger und Sender mit daneben angeordneten Korrekturtrimmern und ein mit dem Kanalwähler kombinierter Ein/Ausschalter sind Einzelheiten, die sich bewährt haben.

Die Niederfrequenz-Ausgangsleistung des Empfängers beträgt 1 W. Das ist ziemlich viel

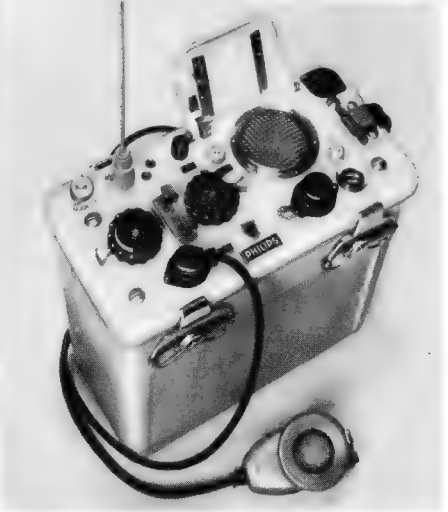


Bild 1. Tragbares Lotsen-Funksprechgerät Philips-„Portofon" in wasserdichter und schwimmfähiger Ausführung

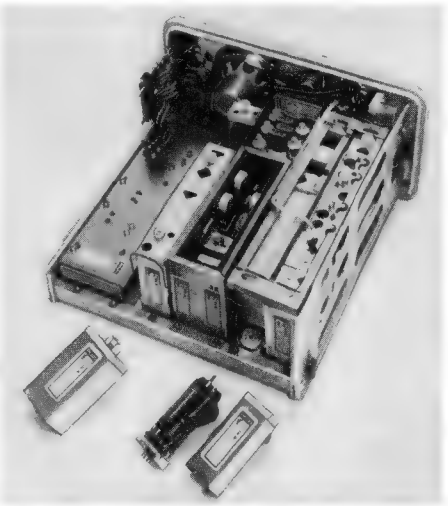


Bild 2. Montagerahmen des UKW-Funksprechgerätes, von links nach rechts sind angeordnet: Stromversorgungsgerät, Sender, Nf- und Kanalwähler-Einheit und Empfänger. Vor dem Gerät liegen links ein Senderbaustein (Vervielfachergruppe) und rechts eine Baugruppe aus dem Empfänger (erste Verstärkerstufe der 2. Zwischenfrequenz)

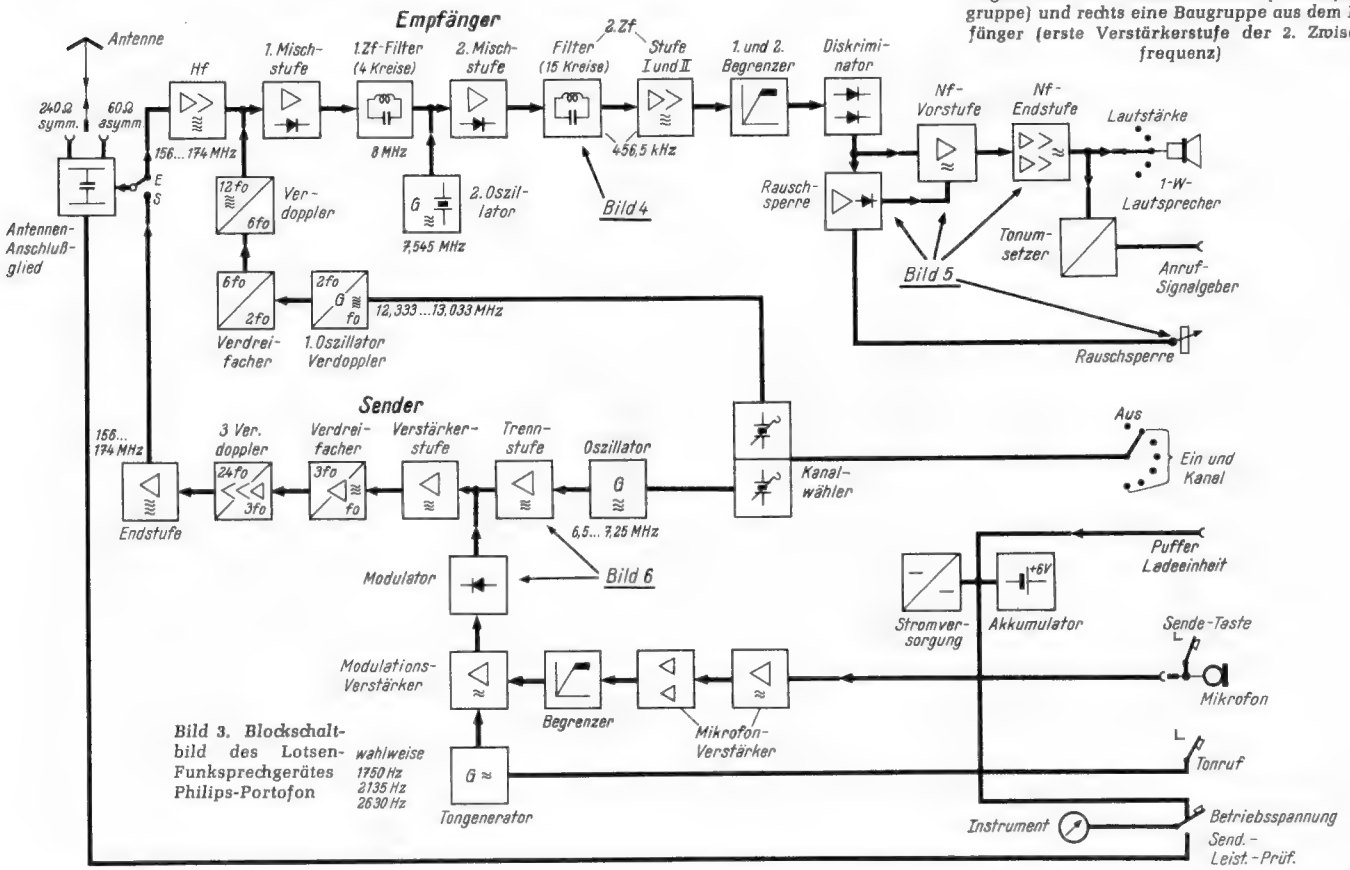


Bild 3. Blockschaltbild des Lotsen-Funksprechgerätes Philips-Portofon

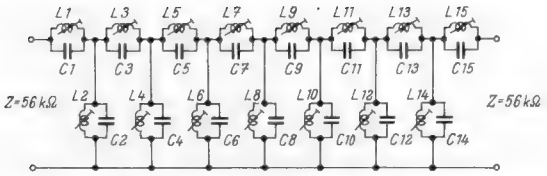


Bild 4. 15-Kreis-Zf-Filter für die zweite Zwischenfrequenz des Empfängers

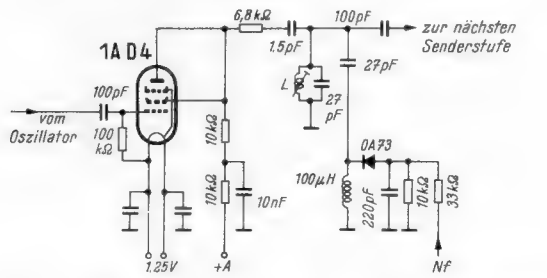


Bild 6. Links Trennstufe zwischen Oszillator und Verstärkerstufe des Senders, rechts Phasenmodulator mit Diode OA 73

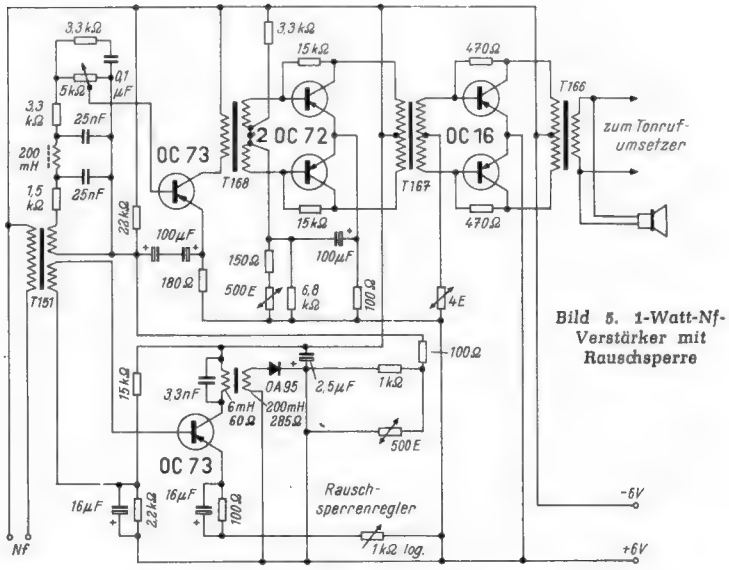


Bild 5. 1-Watt-Nf-Verstärker mit Rauschsperre

für ein tragbares Gerät, so daß guter Lautsprecherempfang möglich ist. Trotzdem wird die Batterie nicht unzulässig belastet, weil Hauptstromverbraucher wie Nf-Verstärker, Rauschsperre und Tonrufumsetzer mit Transistoren bestückt sind. In *Bild 5* ist der Nf-Verstärker mit Rauschsperre aus dem Originalschaltbild herausgezeichnet worden; wir möchten noch erwähnen, daß die Subminiaturübertrager T 151, T 166, T 167 und T 168 von der Firma Haufe, Usingen, hergestellt werden – dies als Hinweis für die Leser, die sich vielleicht für einen Kurzwellenempfänger einen transistorisierten Nf-Verstärker mit wirksamer, einstellbarer Rauschsperre bauen wollen.

Der Sender ist ohne besondere Kunstschaltungen aufgebaut; das Prinzip der Frequenzvervielfachung geht aus dem Blockschaltbild hervor. Vielleicht interessiert die recht einfache Schaltung des Phasenmodulators *(Bild 6)*.

In der Senderendstufe befindet sich eine weniger bekannte Subminiaturpentode DL 73, die recht leistungsfähig ist. Man kann ihr bei 120 V Anodenspannung und bei 160 MHz Betriebsfrequenz über ein Collins-Filter mühelos 1 W Hochfrequenz entnehmen.
Ihre Daten sind

Heizung:

$U_f = 1.25$ V
$I_f = 0,2$ A

Kapazitäten:

$C_{a/g1} = 0,15$ pF
$C_{ein} = 3,4$ pF
$C_{aus} = 3,2$ pF

Arbeitsbedingungen als C-Verstärker bei 180 MHz

$U_a = 150$ V
$U_{g2} = 100$ V
$U_{g1} = -35$ V
$I_a = 19$ mA
$I_{g2} = 5,5$ mA
$I_{g1} = 0,4$ mA
$N_0 = 1,4$ W

Auch der Modulationsverstärker mit Hubbegrenzer ist transistorisiert; die Außentemperaturen (Umgebungstemperaturen des Gerätes) dürfen zwischen -20^0 und $+60^0$ liegen, ohne daß sich die Daten der Transistor-Verstärker wesentlich ändern.

Die Anoden- und Schirmgitterspannungen für die Röhren werden von einem mit Transistoren bestückten DC-Converter erzeugt; gespeist wird er von dem neuen Nickel-Cadmium-Akkumulator mit Sinterplatten von Nife, Modell Sipo (6 V, 8 Ah). Er wiegt nur 1,35 kg; sein Leistungsgewicht liegt also wesentlich unter dem eines Blei-Akkumulators. Zwar ist das Leistungsgewicht einer Silberzinkbatterie noch geringer, aber dafür ist bei ihr die Ladespannung wesentlich kritischer. – Mit einer Batterieladung kann das Funksprechgerät zehn Stunden lang betrieben werden, wobei es 20 % dieser Zeit auf „Senden" geschaltet sein darf.

Muß der Lotse längere Zeit an Bord bleiben, so reicht natürlich die Batterieladung nicht aus und es muß nachgeladen werden. Dafür gibt es ein besonderes Pufferladegerät im eigenen Gehäuse mit Netzanschluß-Adaptersatz zum Anschluß an alle vorkommenden Steckdosen und Lampenfassungen an Bord. Es ist zum Laden an folgenden Stromarten und Spannungen eingerichtet: 190...250 V ~, 100...135 V ~, 190...250 V =, 100...135 V =, 50...75 V = und 20...29 V =. Bemerkenswert ist seine absolut sichere Handhabung. Der Lotse schließt das Ladegerät einerseits an das Funksprechgerät und andererseits an das Bordnetz an, ohne sich vorher über die Stromart und die Spannung des Netzes Gedanken zu machen. Dann dreht er den Bereichsschalter langsam durch, und sobald dessen Stellung mit der vom Bordnetz gelieferten Spannung bzw. Stromart übereinstimmt, beginnt der Ladevorgang.

Heinz Klein

Technische Daten des Lotsen-UKW-Funksprechgerätes

1. Gerät

Frequenzbereich	6 Kanäle zwischen 156 MHz und 174 MHz
Kanalabstand	50 kHz
Gewicht	8,5 kg mit Batterie, Stabantenne und Mikrofon
Abmessungen	147×285×300 mm, Volumen 12,5 dm³
Batterie	Nife „Sipo" 6 V, 8 Ah
Betriebsdauer	10 Stunden bei 20 % der Zeit Senden
Antennen-Ausgänge	60 Ω asymmetrisch, 240 Ω symmetrisch
Betriebsart	Wechselsprechen und bedingtes Gegensprechen
Klirrfaktor über die Sprechverbindung	< 10 % bei 10 kHz Hub

2. Sender

Frequenzabweichung	< ± 2 kHz
Hf-Ausgangsleistung	1 W
Nf-Bandbreite	300...3000 Hz
Frequenzhub	regelbar bis ± 15 kHz
Modulationsart	F 3 (phasenmoduliert)
Tonruf-Frequenzen	wahlweise 1750, 2135 und 2630 kHz
Oberwellendämpfung	> 60 dB
Nebenwellendämpfung	> 80 dB

3. Empfänger

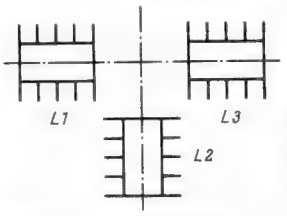
Frequenzabweichung	< ± 2 kHz
Empfindlichkeit	1 µV bei 20 dB Rauschabstand
Nf-Ausgangsleistung	1 W
Abhöreinrichtung	eingebauter dynamischer Lautsprecher
Selektion	> 100 dB bei 30 kHz Abstand von Kanalmitte, 6 dB bei 15 kHz Abstand von Kanalmitte
Neben- und Spiegelwellendämpfung	je > 70 dB
Interkanalmodulationssicherheit	> 70 dB

RADIO-Patentschau

Hochfrequenz-Transformator

Deutsche Patentschrift 942 287; C. Lorenz AG, Stuttgart-Zuffenhausen, 2. 2. 1951

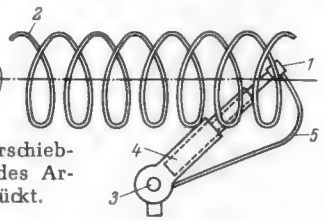
Um die Kreise eines Zf-Bandfilters richtig abstimmen zu können, müssen sie voneinander entkoppelt sein. Bei einem dreikreisigen Bandfilter wird das dadurch erreicht *(Bild)*, daß die dritte Spule L 3 senkrecht zur Achse der Spule L 2 und diese senkrecht zur Achse der ersten Spule L 1 liegt und die zweite Spule axial verschiebbar angeordnet ist. Zweckmäßig liegen L 1 und L 3 in einer Achse. Ist L 2 so zwischen L 1 und L 3 geschoben, daß sie mittensymmetrisch zur Achse liegt, so sind alle Kreise praktisch entkoppelt. Eine Restkopplung kann mit Hilfe eines Neutralisations-Kondensators auch noch beseitigt werden. Wird nach der Abstimmung die Spule L 2 aus der Mittenlage verschoben, so steigt die Kopplung an.



Variometer

Deutsche Patentschrift 942 039; C. Lorenz AG, Stuttgart-Zuffenhausen, 18. 10. 1949

Der Schleifkontakt 1 *(Bild)* wird längs eines schraubenlinienförmigen Leiters 2 geführt und befindet sich am Ende eines außerhalb des Variometers liegenden, im Punkt 3 gelagerten, in der Länge veränderlichen Armes 4. Die Veränderung erfolgt durch Drehen des Leiters 2 um seine Längsachse, während sich der Arm 4 in einer Ebene bewegt. Durch den Leiter 5 werden die verschiebbaren Teile des Armes 4 überbrückt.



Funktechnische Arbeitsblätter

DK 621.315.5

Wk 12

2. Ausgabe

3 Blätter

Drahttabellen

Formeln

In den folgenden Formeln bedeuten:

q = Querschnitt in mm²

d = Durchmesser in mm

l = Länge in m

G = Gewicht in g

γ = spez. Gewicht in $\frac{g}{cm^3}$

ϱ = spez. Widerstand in $\Omega \frac{mm^2}{m}$

i = Stromdichte in $\frac{A}{mm^2}$

I = Stromstärke in A

R′ = Widerstand für 1 m Drahtlänge

Querschnitt	$q = d^2 \frac{\pi}{4} \approx 0{,}7854 \cdot d^2$
Durchmesser	$d = 2 \sqrt{\frac{q}{\pi}} \approx 1{,}1284 \cdot \sqrt{q}$
Gewicht	$G = 0{,}7854 \cdot d^2 \cdot l \cdot \gamma$
Widerstand pro m	$R' = \frac{\varrho}{q} = \frac{4 \cdot \varrho}{\pi \cdot d^2} \approx \frac{1{,}273 \cdot \varrho}{d^2}$
Stromdichte	$i = \frac{4 \cdot I}{\pi \cdot d^2} \approx \frac{1{,}273 \cdot I}{d^2}$
Mindestdurchmesser	$d = \sqrt{\frac{4 I}{\pi i}} \approx 1{,}1284 \sqrt{\frac{I}{i}}$

Durchmesser — Querschnitt

Tabelle 1

(mm)				(mm²)			
⌀ mm	□ mm²	⌀ mm	□ mm²	⌀ mm	□ mm²	⌀ mm	□ mm²
0,03	0,00071	0,24	0,04524	0,45	0,1590	0,90	0,6362
0,04	0,00126	0,25	0,04909	0,46	0,1662	0,95	0,7088
0,05	0,00196	0,26	0,05309	0,47	0,1735	1,00	0,7854
0,06	0,00283	0,27	0,05726	0,48	0,1810	1,10	0,9503
0,07	0,00385	0,28	0,06158	0,49	0,1886	1,20	1,131
0,08	0,00503	0,29	0,06605	0,50	0,1963	1,30	1,327
0,09	0,00636	0,30	0,07069	0,51	0,2043	1,40	1,54
0,10	0,00785	0,31	0,07548	0,52	0,2124	1,50	1,77
0,11	0,00950	0,32	0,08042	0,53	0,2206	1,60	2,01
0,12	0,01131	0,33	0,08553	0,54	0,2290	1,70	2,27
0,13	0,01327	0,34	0,09079	0,55	0,2376	1,80	2,55
0,14	0,01539	0,35	0,09621	0,56	0,2463	1,90	2,84
0,15	0,01767	0,36	0,1018	0,57	0,2552	2,00	3,14
0,16	0,02011	0,37	0,1075	0,58	0,2642	2,30	4,16
0,17	0,02270	0,38	0,1134	0,59	0,2734	2,50	4,91
0,18	0,02545	0,39	0,1195	0,60	0,2827	2,80	6,16
0,19	0,02835	0,40	0,1257	0,65	0,3318	3,00	7,07
0,20	0,03142	0,41	0,1320	0,70	0,3848	3,50	9,62
0,21	0,03464	0,42	0,1385	0,75	0,4418	4,00	12,57
0,22	0,03801	0,43	0,1452	0,80	0,5027	4,50	15,90
0,23	0,04155	0,44	0,1521	0,85	0,5675	5,00	19,63

Tabelle 2

Gewicht in Gramm für 100 m unisolierten Draht aus:

Durchmesser in mm	Kupfer	Aluminium	Eisen	Zink	Nickel	Messing	Molybdän	Wolfram
	spezifisches Gewicht: 8,9	spezifisches Gewicht: 2,67	spezifisches Gewicht: 7,8	spezifisches Gewicht: 7,16	spezifisches Gewicht: 8,8	spezifisches Gewicht: 8,56	spezifisches Gewicht: 10,2	spezifisches Gewicht: 19
0,020	0,2796	0,0839	0,2450	0,2231	0,2765	0,2689	0,3204	0,5969
0,025	0,4369	0,1311	0,3829	0,3485	0,4320	0,4202	0,5007	0,9327
0,030	0,6291	0,1887	0,5513	0,5019	0,6220	0,6051	0,7210	1,343
0,035	0,8563	0,2569	0,7504	0,6831	0,8467	0,8236	0,9814	1,820
0,040	1,118	0,3355	0,980	0,8922	1,106	1,076	1,282	2,388
0,045	1,415	0,4246	1,241	1,129	1,400	1,361	1,622	3,022
0,050	1,748	0,5243	1,532	1,394	1,728	1,681	2,003	3,731
0,055	2,114	0,6343	1,853	1,687	2,091	2,034	2,423	4,514
0,060	2,516	0,7549	2,205	2,007	2,488	2,420	2,884	5,372
0,065	2,953	0,886	2,588	2,356	2,920	2,840	3,385	6,305
0,070	3,425	1,028	3,002	2,732	3,387	3,294	3,925	7,312
0,075	3,932	1,180	3,446	3,137	3,888	3,782	4,506	8,394
0,080	4,474	1,342	3,921	3,569	4,423	4,303	5,127	9,550
0,085	5,050	1,515	4,426	4,029	4,994	4,857	5,788	10,78
0,090	5,662	1,699	4,962	4,517	5,598	5,446	6,489	12,09
0,095	6,309	1,893	5,529	5,033	6,238	6,068	7,230	13,47
0,100	6,990	2,097	6,126	5,576	6,912	6,723	8,011	14,92
0,11	8,458	2,537	7,412	6,747	8,363	8,135	9,693	18,06
0,12	10,066	3,020	8,822	8,030	9,953	9,681	11,54	21,49
0,13	11,813	3,544	10,353	9,424	11,68	11,362	13,54	25,22
0,14	13,701	4,110	12,007	10,93	13,55	13,177	15,70	29,25
0,15	15,73	4,718	13,78	12,55	15,55	15,13	18,02	33,57
0,16	17,89	5,368	15,68	14,78	17,69	17,21	20,51	38,20
0,17	20,20	6,060	17,70	16,16	19,97	19,43	23,15	43,13
0,18	22,65	6,794	19,85	18,07	22,39	21,78	25,96	48,35
0,19	25,23	7,570	22,12	20,12	24,95	24,27	28,92	53,87
0,20	27,96	8,388	24,50	22,31	27,65	26,89	32,04	59,69
0,21	30,83	9,248	27,02	24,59	30,48	29,65	35,33	63,81
0,22	33,83	10,149	29,65	26,99	33,45	32,54	38,77	72,22
0,23	36,98	11,093	32,41	29,50	36,56	35,56	42,38	78,94
0,24	40,26	12,079	35,29	32,12	39,81	38,72	46,14	85,95
0,25	43,69	13,11	38,29	34,85	43,20	42,02	50,07	93,27
0,26	47,25	14,18	41,41	37,70	46,72	45,45	54,15	100,9
0,27	50,96	15,29	44,66	40,65	50,39	49,01	58,40	108,8
0,28	54,80	16,44	48,03	43,72	54,19	52,71	62,81	117,0
0,29	58,79	17,64	51,52	46,90	58,13	56,54	67,37	125,5
0,30	62,91	18,87	55,13	50,19	62,20	60,51	72,10	134,3

Tabelle 2 (Schluß)

Gewicht in Gramm für 100 m unisolierten Draht aus:

Durchmesser in mm	Kupfer spezifisches Gewicht: 8,9	Aluminium spezifisches Gewicht: 2,67	Eisen spezifisches Gewicht: 7,8	Zink spezifisches Gewicht: 7,16	Nickel spezifisches Gewicht: 8,8	Messing spezifisches Gewicht: 8,56	Molybdän spezifisches Gewicht: 10,2	Wolfram spezifisches Gewicht: 19
0,31	67,17	20,15	58,87	53,59	66,42	64,61	76,99	143,4
0,32	71,58	21,47	62,73	57,10	70,77	68,84	82,03	152,8
0,33	76,12	22,84	66,71	60,73	75,27	73,21	87,24	162,5
0,34	80,80	24,24	70,82	64,46	79,90	77,72	92,61	172,5
0,35	85,63	25,69	75,04	68,31	84,67	82,36	98,14	182,0
0,36	90,6	27,18	79,39	72,27	89,57	87,13	103,8	193,4
0,37	95,7	28,71	83,87	76,34	94,62	92,04	109,7	204,3
0,38	100,9	30,28	88,46	80,52	99,80	97,08	115,7	215,5
0,39	106,3	31,90	93,18	84,82	105,1	102,26	121,8	227,0
0,40	111,8	33,55	98,0	89,22	110,6	107,6	128,2	238,8
0,41	117,5	35,25	103,0	93,74	116,2	113,0	134,7	250,8
0,42	123,3	36,99	108,1	98,37	121,9	118,6	141,3	263,2
0,43	129,2	38,77	113,3	103,1	127,8	124,3	148,1	275,9
0,44	135,3	40,60	118,6	108,0	133,8	130,2	155,1	288,9
0,45	141,5	42,46	124,1	112,9	140,0	136,1	162,2	302,2
0,46	147,9	44,37	129,6	118,0	146,2	142,3	169,5	315,8
0,47	154,4	46,32	135,3	132,2	152,7	148,5	177,0	329,6
0,48	161,1	48,32	141,1	128,5	159,2	154,9	184,6	343,8
0,49	167,8	50,35	147,1	133,9	165,9	161,4	192,3	359,3
0.50	174,8	52,43	153,2	139,4	172,8	168,1	200,3	373,1
0,51	181,8	54,54	159,3	145,0	179,8	174,8	208,4	388,1
0,52	189,0	56,70	165,7	150,8	186,9	181,8	216,6	403,5
0,53	196,4	58,91	172,1	156,6	194,1	188,8	225,0	419,2
0,54	203,8	61,15	178,6	162,6	201,5	196,0	233,6	435,1
0,55	211,4	63,43	185,3	168,7	209,1	203,4	242,3	451,4
0,56	219,2	65,76	192,1	174,9	216,7	210,8	251,2	468,0
0,57	227,1	68,13	199,0	181,2	224,6	218,4	260,3	484,8
0,58	235,1	70,54	206,1	187,6	232,5	226,2	269,5	502,0
0,59	243,3	73,00	213,2	194,1	240,6	234,0	278,9	519,5
0,60	251,6	75,49	220,5	200,7	248,8	242,0	288,4	537,2
0,61	260,1	78,03	228,0	207,5	257,2	250,2	298,1	555,3
0,62	268,7	80,61	235,5	214,4	265,7	258,4	307,9	573,6
0,63	277,4	83,23	243,1	221,3	274,3	266,8	318,0	592,3
0,64	286,3	85,89	250,9	228,4	283,1	275,4	328,1	611,2
0,65	295,3	88,60	258,8	235,6	292,0	284,0	338,5	630,5
0,66	304,5	91,35	266,9	242,9	301,1	292,9	349,0	650,0
0,67	313,8	94,13	275,0	250,3	310,3	301,8	359,6	669,9
0,68	323,2	96,97	283,3	257,8	319,6	310,9	370,4	690,0
0,69	332,8	99,84	291,7	265,5	329,1	320,1	381,4	710,5
0,70	342,5	102,8	300,2	273,2	338,7	329,4	392,5	731,2
0,71	352,4	105,7	308,8	281,1	448,4	338,9	403,8	752,2
0,72	362,4	108,7	317,6	289,1	358,3	348,5	415,3	773,6
0,73	372,5	111,7	326,5	297,2	368,3	358,3	426,9	795,2
0,74	382,8	114,8	335,5	305,4	378,5	368,2	438,7	817,2
0,75	393,2	118,0	344,6	313,7	388,8	378,2	450,6	839,4
0,76	403,7	121,1	353,8	322,1	399,2	388,3	462,7	861,9
0,77	414,4	124,3	363,2	330,6	409,8	398,6	475,0	884,8
0,78	425,3	127,6	372,7	339,3	420,5	409,0	487,4	907,9
0,79	436,2	130,9	382,3	348,0	431,3	419,6	500,0	931,3
0,80	447,4	134,2	392,1	356,9	442,3	430,3	512,7	955,0
0,81	458,6	137,6	401,9	365,9	453,5	441,1	525,6	979,1
0,82	470,0	141,0	411,9	375,0	464,7	452,1	538,7	1003,0
0,83	481,5	144,5	422,0	384,2	476,1	463,1	551,9	1020,0
0,84	493,2	148,0	432,3	393,5	487,7	474,4	565,3	1053,0
0,85	505,0	151,5	442,6	402,9	499,4	485,7	578,8	1078,0
0,86	517,0	155,1	453,1	412,4	511,2	497,2	592,5	1104,0
0,87	529,1	158,7	463,7	422,1	523,1	508,9	606,4	1129,0
0,88	541,3	162,4	474,4	431,8	535,2	520,6	620,4	1156,0
0,89	553,7	166,1	485,2	441,7	547,5	532,5	634,6	1182,0
0,90	566,2	169,9	496,2	451,7	559,8	544,6	648,9	1209,0
0,91	578,8	173,7	507,3	461,8	572,3	556,7	663,4	1236,0
0,92	591,6	177,5	518,5	472,0	585,0	569,0	678,1	1263,0
0,93	604,6	181,4	529,8	482,3	597,8	581,5	692,9	1291,0
0,94	617,6	185,3	541,3	492,7	610,7	594,0	707,9	1319,0
0,95	630,9	189,3	552,9	503,3	623,8	606,8	723,0	1347,0
0,96	644,2	193,3	564,6	513,9	637,0	619,6	738,3	1375,0
0,97	657,7	197,3	576,4	524,7	650,3	632,6	753,8	1404,0
0,98	671,3	201,4	588,4	535,6	663,8	645,7	769,4	1433,0
0,99	685,1	205,5	600,4	546,5	677,4	658,9	785,2	1463,0
1,00	699,0	209,7	612,6	557,6	691,2	672,3	801,1	1492,0
1,20	1006,6	302,0	882,2	803,0	995,3	968,1	1154,0	2149,0
1,50	1573	471,8	1378,0	1255,0	1555,0	1513,0	1802,0	3357,0
1,80	2265	679,4	1985,0	1807,0	2239,0	2178,0	2596,0	4835,0
2,00	2796	838,8	2450,0	2231,0	2765,0	2689,0	3204,0	5969,0
2,50	4369	1311	3829,0	3485,0	4320,0	4202,0	5007,0	9327,0
3,00	6291	1887	5513,0	5019,0	6220,0	6051,0	7210,0	13430,0

Anmerkung zum Gebrauch der Tabelle:

Wird der Durchmesser mit einer Zehnerpotenz multipliziert oder dividiert, so muß das Gewicht mit dem Quadrat dieser Zehnerpotenz multipliziert oder dividiert werden.

Beispiel: Durchmesser 0,31 mm, Gewicht 67,17
Durchmesser 0,031 mm, Gewicht 0,6717 (= 67,17 : 10^2)

Näherungswerte für andere Metalle:

Konstantan, Neusilber, Nickelin } entspricht etwa Kupfer

Chromnickel, Manganin } entspricht etwa Messing

Silber entspricht etwa Molybdän

Tantal Mitte zwischen Molybdän und Wolfram

Nachdruck verboten!

Tabelle 3.

Amerikanische und englische Drahtlehren

Lehren-Nummer	Durchmesser des Drahtes in mm für: B & S oder AWG	IWG oder SWG	BWG	Washburn & Moen	Stub's steel	US-Std. plate	Music wire
00 000 000	—	—	—	—	—	—	0,211
0 000 000	—	12,7	—	12,45	—	12,7	0,221
000 000	—	11,79	—	11,72	—	11,91	0,241
00 000	—	10,97	—	10,93	—	11,11	0,254
0 000	11,68	10,16	11,53	10,00	—	10,32	0,279
000	10.39	9,45	10,80	9,208	—	9,525	0,305
00	9,266	8,84	9,65	8,407	—	8,731	0,338
0	8,252	8,23	8,64	7,785	—	7,938	0,366
1	7,348	7,62	7,62	7,188	5,77	7,144	0,396
2	6,543	7,01	7,21	6,668	5,56	6,747	0,422
3	5,827	6,40	6,58	6,190	5,38	6,350	0,452
4	5,189	5,89	6,05	5,723	5,26	5,953	0,478
5	4,620	5,38	5,59	5,258	5,18	5,556	0,513
6	4,115	4,88	5,16	4,877	5,11	5,159	0,546
7	3,665	4,47	4,57	4,496	5,05	4,763	0,584
8	3,264	4,06	4,19	4,115	5,00	4,366	0,617
9	2,906	3,66	3,76	3,767	4,93	3,969	0,650
10	2,588	3,25	3,40	3,429	4,85	3,572	0,686
11	2,305	2,95	3,05	3,061	4,78	3,175	0,721
12	2,053	2,64	2,77	2,680	4,70	2,778	0,752
13	1,828	2,34	2,41	2,32	4,62	2,381	0,798
14	1,628	2,03	2,11	2,03	4,57	1,984	0,828
15	1,450	1,83	1,83	1,83	4,52	1,786	0,876
16	1,291	1,63	1,65	1,59	4,45	1,588	0,914
17	1,150	1,42	1,47	1,37	4,37	1,429	0,958
18	1,024	1,22	1,24	1,21	4,27	1,270	1,00
19	0,9116	1,02	1,07	1,04	4,17	1,111	1,05
20	0,8118	0,914	0,89	0,884	4,09	0,9525	1,10
21	0,7229	0,813	0,81	0,808	3,99	0,8731	1,17
22	0,6439	0,711	0,71	0,726	3,94	0 7938	1,23
23	0,5733	0,610	0,64	0,655	3,89	0,7144	1,31
24	0,5105	0,559	0,56	0,584	3,84	0,6350	1,40
25	0,4547	0,508	0,51	0,518	3,76	0,5556	1,49
26	0,4049	0,457	0,46	0,460	3,71	0,4763	1,59
27	0,3604	0,417	0,41	0,439	3,63	0,4366	1,67
28	0,3211	0,378	0,36	0,411	3,53	0,3969	1,83
29	0,2860	0,345	0,33	0,381	3,40	0,3572	1,93
30	0,2548	0,315	0,30	0,356	3,23	0,3175	2,03
31	0,2268	0,295	0,25	0,335	3,05	0,2778	2,08
32	0,2019	0,274	0,23	0,325	2,92	0,2580	2,18
33	0,1798	0,254	0,20	0,300	2,84	0,2381	2,29
34	0,1601	0,234	0,18	0,264	2,79	0,2183	2,41
35	0,1426	0,213	0 13	0,24	2,74	0,1984	—
36	0,1270	0,193	0,10	0,23	2,69	0,1786	—
37	0,1131	0,173	—	0,22	2,62	0,1687	—
38	0,1007	0,152	—	0,20	2,57	0,1588	—
39	0,0897	0,132	—	0,19	2,51	—	—
40	0,0799	0,122	—	0,18	2,46	—	—
41	—	0,112	—	0,17	2,41	—	—
42	—	0,102	—	0,16	2,34	—	—
43	—	0,091	—	0,15	2,24	—	—
44	—	0,081	—	0,15	2,16	—	—
45	—	0,071	—	0,14	2,06	—	—
46	—	0,061	—	0,13	2,01	—	—
47	—	0,051	—	0,13	1,96	—	—
48	—	0,041	—	0,12	1,91	—	—
49	—	0,030	—	0,12	1,83	—	—
50	—	0,025	—	0,11	1,75	—	—

Anmerkung:
B & S = Brown & Sharpe
AWG = American wire Gauge
IWG, SWG = Imperial Standard wire Gauge (Englische Reichslehre)
BWG = Birmingham wire Gauge (Stubs)

Bezeichnungen für die Isolierung:

S.S.C. = 1 × Seide
D.S.C. = 2 × Seide
S.C.C. = 1 × Baumwolle
D.C.C. = 2 × Baumwolle
Plain enamel = Lack
S.S.E. = Lack + 1 × Seide
S.C.E. = Lack + 1 × Baumwolle

Tabelle 4.

Widerstand in Ω/m von Drähten aus:

Durchmesser (mm)	Kanthal	Cekas Megapyr	Nirestit	Chromnickel 20/80	Chromel	Neusilber	Eisen	Resistin Isabellin Konstantan	Manganin	Nickelin	Tantal	Nickel	Molybdän	Wolfram
0,03	2051	1981	1669	1556	1415	778,1	141,5	707,4	608,3	563,2	183,9	99,03	79,22	77,81
0,04	1154	1114	939	875,4	795,8	437,7	79,58	379,9	342,2	317,5	103,5	55,7	44,56	43,77
0,05	738,5	713	601	560,2	509,3	280,1	50,93	254,6	219,0	204,1	66,21	35,65	28,52	28,01
0,06	512,8	495,1	417,3	389,0	353,7	194,5	35,37	176,8	152,1	141,4	45,98	24,76	19,81	19,45
0,07	376,8	363,8	306,6	285,8	259,8	142,9	25,98	129,9	111,7	103,9	33,78	18,19	14,55	14,29
0,08	288,5	278,5	234,8	218,8	198,9	109,4	19,89	99,47	85,55	79,52	25,86	13,93	11,14	10,94
0,09	227,9	220,1	185,5	172,9	157,2	86,45	15,72	78,59	67,59	62,88	20,43	11,00	8,80	8,65
0,10	184,6	178,3	150,2	140,1	127,3	70,03	12,73	63,66	54,75	50,96	16,56	8,913	7,13	7,003
0,11	152,7	147,4	124,3	115,8	105,3	57,92	10,53	52,65	45,28	42,12	13,69	7,371	5,897	5,792
0,12	128,2	123,8	104,3	97,26	88,4	48,63	8,84	44,21	38,02	35,37	11,49	6,189	4,952	4,863
0,13	109,3	105,5	88,92	82,90	75,36	41,45	7,536	37,68	32,40	30,14	9,797	5,275	4,220	4,145
0,14	94,22	90,97	76,68	71,48	64,98	35,74	6,498	32,49	27,94	25,99	8,447	4,549	3,639	3,574
0,15	82,07	79,24	66,79	62,26	56,60	31,13	5,660	28,30	24,34	22,64	7,358	3,962	3,169	3,113
0,16	71,89	69,61	58,67	54,69	49,72	27,35	4,972	24,86	21,38	19,89	6,464	3,480	2,784	2,735
0,17	63,87	61,67	51,98	48,46	44,05	24,23	4,405	22,03	18,94	17,62	6,227	3,083	2,467	2,423
0,18	56,98	55,02	46,37	43,23	39,30	21,62	3,930	19,65	16,90	15,70	5,109	2,751	2,201	2,162
0,19	51,16	49,39	41,63	38,81	35,28	19,40	3,528	17,64	15,17	14,11	4,586	2,769	1,976	1,940
0,20	46,15	44,56	37,56	35,01	31,83	17,51	3,183	15,92	13,69	12,73	4,138	2,282	1,783	1,751
0,22	38,15	36,83	31,05	28,94	26,31	14,47	2,631	13,15	11,31	10,52	3,420	1,842	1,473	1,447
0,25	29,54	28,52	24,04	22,41	20,37	11,20	2,037	10,18	8,759	8,148	2,648	1,426	1,141	1,120
0,28	23,55	22,74	19,16	17,86	16,24	8,932	1,624	8,120	6,983	6,496	2,111	1,137	0,9094	0,8932
0,30	20,51	19,81	16,69	15,56	14,15	7,781	1,415	7,074	6,083	5,656	1,839	0,9903	0,7922	0,7781
0,35	15,08	14,56	12,27	11,44	10,40	5,720	1,040	5,200	4,472	4,160	1,352	0,728	0,5824	0,5720
0,40	11,54	11,14	9,39	8,754	7,958	4,377	0,7958	3,979	3,422	3,178	1,035	0,557	0,4456	0,4377
0,45	9,119	8,805	7,42	6,918	6,289	3,459	0,6289	3,145	2,704	2,516	0,8176	0,4402	0,3522	0,3459
0,50	7,385	7,130	6,01	5,602	5,093	2,801	0,5093	2,546	2,190	2,038	0,6621	0,3565	0,2852	0,2801
0,55	6,103	5,893	4,966	4,630	4,209	2,315	0,4209	2,105	1,810	1,684	0,5472	0,2946	0,2357	0,2315
0,60	5,128	4,951	4,173	3,890	3,537	1,945	0,3537	1,768	1,521	1,415	0,4598	0,2476	0,1981	0,1945
0,65	4,370	4,219	3,557	3,315	3,014	1,658	0,3014	1,507	1,296	1,206	0,3918	0,2110	0,1688	0,1658
0,70	3,768	3,638	3,066	2,858	2,598	1,429	0,2598	1,299	1,117	1,039	0,3378	0,1819	0,1455	0,1429
0.75	3,281	3,168	2,670	2,489	2,263	1,245	0,2263	1,132	0,9731	0,905	0,2942	0,1584	0,1267	0,1245
0,80	2,885	2,785	2,348	2,188	1,989	1,094	0,1989	0,9947	0,8555	0,7956	0,2586	0,1393	0,1114	0,1094
0,85	2,556	2,468	2,080	1,939	1,763	0,9696	0,1763	0,8815	0,7581	0,7052	0,2292	0,1234	0,0987	0,0969
0,90	2,279	2,201	1,855	1,729	1,572	0,8645	0,1572	0,7859	0,6759	0,6288	0,2043	0,1100	0,0880	0,0865
0,95	2,044	1,974	1,664	1,551	1,410	0,7755	0,1410	0,7050	0,6063	0,5640	0,1833	0,0987	0,0789	0,0775
1,00	1,846	1,783	1,502	1,401	1,273	0,7003	0,1273	0,6366	0,5475	0,5092	0,1656	0,0891	0,0713	0,0700
1,20	1,282	1,238	1,043	0,9726	0,884	0,4863	0,0884	0,4421	0,3802	0,3537	0,1149	0,0619	0,0495	0,0486
1,50	0,8207	0,7924	0,6679	0,6226	0,5660	0,3113	0,0566	0,2830	0,2434	0,2264	0,0736	0,0396	0,0317	0,0311
1,80	0,5698	0,5502	0,4637	0,4323	0,3930	0,2162	0,0393	0,1965	0,1690	0,1570	0,0511	0,0275	0,0220	0,0216
2,00	0,4615	0,4456	0,3756	0,3501	0,3183	0,1751	0,0918	0,1592	0,1369	0,1273	0,0414	0,0228	0,0178	0,0175

Der Tabelle liegen folgende Werte für den spezifischen Widerstand ($\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$) zugrunde:

Kanthal	1,45	Chromnickel	1,10	Wolfram	0,055	Resistin, Isabellin, Konstantan	0,50	Manganin	0,43
Cekas, Megapyr	1,40	Chromel	1,00	Neusilber	0,55			Tantal	0,13
Nirestit	1,18	Nickelin	0,40	Eisen	0,10			Molybdän	0,056
		Nickel	0,07						

Tabelle 5. **Widerstandstabelle für Kupferdrähte**

Drahtdurchmesser (blank) mm	Widerstand in Ω/m			
	bei 20° C			bei 90° C
	Kleinstwert	Größtwert	Rechnungswert	Rechnungswert
0,03	21,59	28,05	24,82	31,77
0,04	12,14	15,78	13,96	17,85
0,05	8,04	9,83	8,94	11,45
0,06	5,83	6,58	6,21	7,95
0,07	4,29	4,83	4,56	5,84
0,08	3,28	3,70	3,49	4,47
0,09	2,59	2,92	2,76	3,54
0,10	2,10	2,37	2,23	2,86
0,11	1,735	1,957	1,846	2,35
0,12	1,458	1,644	1,551	1,985
0,13	1,243	1,401	1,322	1,692
0,14	1,071	1,208	1,140	1,459
0,15	0,933	1,052	0,993	1,270
0,16	0,820	0,925	0,873	1,117
0,17	0,727	0,819	0,773	0,989
0,18	0,648	0,731	0,689	0,883
0,19	0,582	0,656	0,619	0,792
0,20	0,525	0,592	0,558	0,715
0,21	0,481	0,532	0,507	0,649
0,22	0,438	0,485	0,462	0,591
0,23	0,401	0,443	0,422	0,540
0,24	0,368	0,407	0,388	0,497
0,25	0,340	0,375	0,357	0,457
0,26	0,314	0,347	0,330	0,422
0,27	0,291	0,322	0,306	0,392
0,28	0,271	0,299	0,285	0,365
0,29	0,252	0,279	0,266	0,340
0,30	0,236	0,261	0,248	0,318
0,31	0,221	0,244	0,232	0,297
0,32	0,207	0,229	0,218	0,279
0,33	0,1948	0,2154	0,2051	0,263
0,34	0,1835	0,2029	0,1932	0,247
0,35	0,1732	0,1915	0,1824	0,234
0,36	0,1637	0,1810	0,1724	0,2206
0,37	0,1550	0,1713	0,1632	0,2089
0,38	0,1470	0,1624	0,1547	0,1980
0,39	0,1395	0,1542	0,1469	0,1880
0,40	0,1326	0,1466	0,1396	0,1787
0,42	0,1216	0,1317	0,1266	0,1620
0,45	0,1059	0,1147	0,1103	0,1412
0,48	0,0931	0,1008	0,0970	0,1242
0,50	0,0858	0,0929	0,0894	0,1145
0,55	0,0709	0,0768	0,0738	0,0945
0,60	0,0596	0,0645	0,0621	0,0795
0,65	0,0508	0,0550	0,0529	0,0678
0,70	0,0438	0,0474	0,0456	0,0584
0,75	0,0381	0,0413	0,0397	0,0509
0,80	0,0335	0,0363	0,0349	0,0447
0,85	0,0297	0,0322	0,0309	0,0396
0,90	0,0265	0,0287	0,0276	0,0354
0,95	0,0238	0,0257	0,0248	0,0318
1,00	0,0215	0,0232	0,0223	0,0286
1,10			0,01846	0,0236
1,20			0,01551	0,0199
1,30			0,01322	0,01693
1,40			0,01140	0,01460
1,50			0,00993	0,01271
1,60			0,00873	0,01117
1,70			0,00773	0,00990
1,80			0,00689	0,00882
1,90			0,00619	0,00793
2,00			0,00558	0,00715
2,20			0,00462	0,00592
2,50			0,00357	0,00457
3,00			0,002482	0,003180

Tabelle 6. **Zerreißfestigkeit (in Gramm) von Drähten**

Durchmesser (mm)	Kupfer	Aluminium	Eisen	Wolfram	Molybdän	Tantal
0,02	—	—	—	132	62	29
0,03	—	—	—	298	142	66
0,04	—	—	—	529	252	117
0,05	7,8	5	15,5	823	392	182
0,06	—	—	—	1 188	566	263
0,07	15	10	30,5	1 617	770	360
0,08	—	—	—	2 113	1 000	467
0,09	—	—	—	2 671	1 270	590
0,10	32	19,5	63	3 297	1 570	730
0,12	45	28	90	4 750	2 260	1 050
0,15	71	44	142	5 534	3 530	1 640
0,17	—	—	—	7 421	4 540	2 110
0,20	125	79	250	13 196	6 300	2 920
0,22	—	—	—	15 964	7 600	3 540
0,25	195	123	390	20 618	9 800	4 560
0,30	283	177	567	29 690	14 100	6 570
0,35	385	240	770	40 408	19 250	8 950
0,40	505	315	1010	52 794	25 000	11 700
0,45	—	—	—	66 780	31 800	14 800
0,50	785	490	1570	82 445	39 250	18 200
0,60	1130	710	2260	—	—	—
0,70	1550	960	3100	—	—	—
0,80	2000	1250	4000	—	—	—
0,90	2550	1600	5100	—	—	—
1,00	3125	1950	6250	—	—	—

Tabelle 7. **Mindestdurchmesser von Kupferdrähten für gegebene Strombelastung**

Strombelastung (mA)	Mindestdurchmesser in mm bei einer Stromdichte von ... A/mm²					
	1	2	2,55	3	4	5
5	0,08	0,06	**0,05**	0,05	0,04	0,04
10	0,11	0,08	**0,07**	0,06	0,05	0,05
15	0,14	0,10	**0,09**	0,08	0,07	0,06
20	0,16	0,11	**0,10**	0,09	0,08	0,07
25	0,18	0,13	**0,11**	0,10	0,09	0,08
30	0,20	0,14	**0,12**	0,11	0,10	0,09
35	0,21	0,15	**0,13**	0,12	0,10	0,09
40	0,23	0,16	**0,14**	0,13	0,11	0,10
50	0,25	0,18	**0,16**	0,14	0,12	0,11
60	0,28	0,19	**0,17**	0,16	0,14	0,12
80	0,32	0,23	**0,20**	0,18	0,16	0,14
100	0,36	0,25	**0,22**	0,20	0,18	0,16
150	0,44	0,31	**0,27**	0,25	0,22	0,19
200	0,50	0,36	**0,31**	0,29	0,25	0,22
250	0,57	0,40	**0,35**	0,32	0,28	0,25
300	0,62	0,44	**0,39**	0,35	0,31	0,27
400	0,71	0,50	**0,45**	0,41	0,35	0,32
500	0,80	0,56	**0,50**	0,46	0,40	0,35
600	0,88	0,62	**0,55**	0,50	0,44	0,39
800	1,00	0,71	**0,63**	0,57	0,50	0,45
1 A	1,1	0,80	**0,71**	0,65	0,55	0,50
1,5 A	1,4	1,00	**0,85**	0,80	0,70	0,60
2 A	1,6	1,1	**1,00**	0,90	0,80	0,70
3 A	1,9	1,4	**1,2**	1,1	0,95	0,90
4 A	2,3	1,6	**1,4**	1,3	1,1	1,00
5 A	2,5	1,8	**1,6**	1,5	1,3	1,1

Tabelle 8. **Strombelastungsfähigkeit blanker Widerstandsdrähte**

Durchmesser (mm)	Widerstandsdrähte (Konstantan, WM 50)			
	Dauerbetrieb A	Kranbetrieb	Anlasser mit Luftkühlung	Anlasser mit Ölkühlung
0,1	0,077	0,13	0,19	0,35
0,2	0,24	0,4	0,58	1,1
0,3	0,47	0,8	1,1	2,1
0,4	0,76	1,3	1,8	3,4
0,5	1,1	1,9	2,6	5
0,6	1,5	2,6	3,6	7
0,7	1,9	3,3	4,5	9
0,8	2,4	4,1	5,7	11
0,9	2,9	5	7	13
1,0	3,5	6	8,5	16
1,1	4,1	7	10	18
1,2	4,7	8	11,5	21
1,3	5,4	9,3	13	24
1,4	6,2	10,5	15	28
1,5	6,9	12	17	31
1,6	7,6	13,5	18	34
1,7	8,5	15	20	39
1,8	9,3	16	22	42
1,9	10,2	17,5	24	46
2,0	11,1	19	27	50
2,2	13,0	22,4	31	58
2,5	16,1	28	39	70
2,8	19,5	33,6	46	88
3,0	21,3	37	50	95
3,3	25,6	44	60	115
3,5	28,2	50	70	130

Normale gezogene Widerstandsmaterialien

WM 13 Stahldraht (verzinkt oder verzinnt als Rostschutz) mit einem spezifischen Widerstand von 0,13 (0,12 bis 0,14).
Für Drähte von 0,5 bis 4 mm ⌀.
Geeignet für Anlasser, nicht für Regelanlasser und Feldregler.

WM 30 Kupfer-Nickel-Legierungen, die auch Zink enthalten dürfen, mit einem spezifischen Widerstand von 0,30 (0,28 bis 0,32).
Sie müssen frei von Eisen sein.
Für Drähte von 1,6 bis 4 mm ⌀.
Geeignet für größere Stromstärken, Feldregler, Hauptstrom-Regelanlasser.

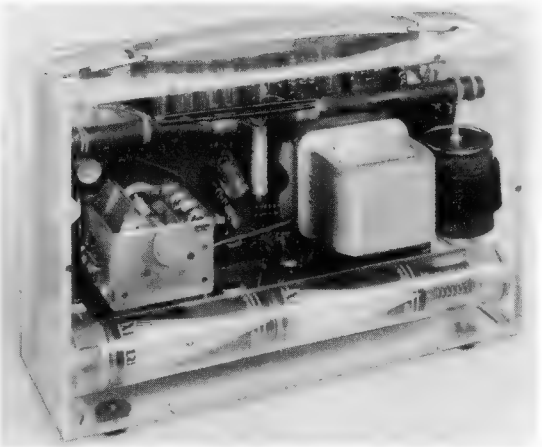
WM 50 Kupfer-Nickel-Mangan-Legierungen mit einem spezifischen Widerstand von 0,50 (0,47 bis 0,51). Sie müssen frei von Zink und Eisen sein.
Für Drähte von 0,1 bis 10 mm ⌀.
Geeignet für Regler und Anlasser.

WM 100 Eisen-Nickel-, Chrom-Nickel-, Chrom-Nickel-Eisen-Legierungen mit einem spezifischen Widerstand von 1,0 (0,85 bis 1,1).
Für Drähte von 0,1 bis 10 mm ⌀.
Geeignet für hohe Temperaturbeanspruchung.

Nachdruck verboten!

Ein AM-Überlagerungs-Empfänger mit Transistoren

Im folgenden wird ein Transistor-Mittelwellenempfänger beschrieben, dessen Aufbau von den bisher bekanntgewordenen Dimensionierungsmerkmalen abweicht. Die Vorteile der hier gewählten Dimensionierungsweise werden im Verlaufe des Aufsatzes näher beleuchtet. Bei dem Gerät handelt es sich um eine Laborentwicklung, deren größere Transistorzahl die Schwierigkeiten vermeidet, die sonst mit den notwendigen engen Transistortoleranzen und einem umständlicheren Abgleich verbunden sind. Auf diese Weise kann bei dem heutigen Stand der Transistorstreuungen die Serienfertigung erleichtert werden, auf die eine Entwicklung stets hinzielen muß.



Der AM-Überlagerungsempfänger mit Transistoren, von der Rückseite gesehen; das Chassis wurde in Art einer gedruckten Schaltung ausgeführt

Aufbau

Wie aus der Schaltung *Bild 1* zu erkennen ist, besteht der Empfängereingang aus einer Mischstufe, einer getrennten Oszillatorstufe und einem konzentrierten Filter für die Zwischenfrequenz. Daran schließt sich eine Tandem-Zf-Stufe an, die über einen gesonderten Regeltransistor verzögert geregelt wird. Die Demodulationsstufe bildet den Abschluß des Zf-Verstärkers. Eine weitere Tandem-Stufe folgt, die zur Niederfrequenzverstärkung dient. Schließlich ist eine Gegentakt-B-Endstufe vorhanden, die den Lautsprecher steuert. Die Wirkungsweise des Empfängers sei anhand folgender Untergruppen erläutert.

Die Mischstufe

erhält von der Ferritantenne über eine Ankoppelwicklung die Hf-Spannung an die Basis des Transistors T 2. Auf dem Ferritstab befindet sich außerdem noch eine Wicklung, die mit dem Kondensator C 2 den auf die Empfangsfrequenz abstimmbaren Eingangskreis bildet. Die Güte ist im gesamten Mittelwellenbereich ≥ 100. Im Kollektorzweig des Transistors T 2 ist ein Übertrager Ü 3 für die Zwischenfrequenz vorhanden, der gleichzeitig als erstes Filterglied des konzentrierten 5-Kreisfilters dient. Das Filter muß einen definierten Abschlußwiderstand am Eingang haben. Dieser wird durch den Innenwiderstand des Transistors T 2 und durch den Widerstand R 5 (6 kΩ) gebildet. Die Unterkopplung von Ü 3 hat den Zweck, die Schwankung des Innenwiderstandes infolge des Mischvorganges prozentual klein zu halten, um die Filtercharakteristik nicht unzulässig zu verwerfen.

Die Oszillatorstufe

enthält einen Transistor T 1 mit einer oberen Grenzfrequenz von ≥ 7 MHz. Es wird eine Schaltung mit Spannungsrückkopplung benutzt. Durch die Unterkopplung des Kollektors an die Hauptwicklung wird erreicht, daß Arbeitspunktänderungen des Transistors, die gleichzeitig die Kollektorkapazität variieren, auf die Oszillatorfrequenz nur einen vernachlässigbaren Einfluß ausüben. Der Widerstand R 4 (200 Ω) dient zur Linearisierung der Oszillatoramplitude über den Frequenzbereich.

Das konzentrierte Filter

Da Transistoren veränderliche Eingangswiderstände haben, die mit dem Exemplar, mit der Temperatur und mit dem Arbeitspunkt variieren, wurde die Selektion nicht zwischen die Transistoren gelegt, sondern an den Eingang der Zf-Verstärkerstufe. Der Transistor T 3 bedämpft mit seinem Eingangswiderstand den letzten Kreis (Ü 7, C 17) des Filters. Die Arbeitspunktverschiebung von T 3 infolge der Regelung ändert die Durchlaßcharakteristik des Filters dahingehend, daß bei größeren Eingangspegeln die Selektionskurve schmäler wird. Dieser Effekt ist unerwünscht und kann durch eine Diode zwischen der Basis von T 3 und der allgemeinen Erdleitung kompensiert werden. Die Wirkungsweise ist dann folgende: Der Eingang des Transistors T 3 wird bei starker Regelung hochohmig, die umgekehrt gepolte Diode hingegen niederohmig, so daß die Parallelschaltung beider differentieller Widerstände eine Konstante ergibt. Die Selektionskurve des konzentrierten Filters, allerdings unter Einbeziehung des Zwischenfrequenzverstärkers und von Ü 9, ist in *Bild 2* aufgetragen.

Die Tandem-Zf-Stufe

Die Zf-Verstärkerstufe besteht aus den Transistoren T 3 und T 4, die über den Widerstand R 10 (1 kΩ) galvanisch gekoppelt sind. Durch die direkte Kopplung wird eine teilweise Temperaturkompensation erreicht und somit der Arbeitspunkt stabilisiert. Das RC-Glied C 20/R 10 bewirkt eine Phasendrehung, die der natürlichen Steilheitsphasendrehung der Transistoren entgegenwirkt. Die Zf-Verstärkerstufe wird mit dem breitbandigen Schwingkreis C 22/Ü 9 abgeschlossen. Der Übertrager Ü 9 enthält zwei Auskoppelwicklungen. Die Hauptauskoppelwicklung geht zum Demodulator-Transistor T 6, während eine Hilfswicklung den Regeltransistor T 5 beaufschlagt. Mit dem Widerstand R 11 (ca. 50...100 kΩ) wird der Arbeitspunkt von T 4 und T 3 eingestellt und zwar soll über dem Widerstand R 12 (1,5 kΩ) eine Gleichspannung von 1 V liegen.

Die Regelstufe

besteht aus dem Transistor T 5, dem Regeltransformator Ü 8 und der Diode G 1. Pro-

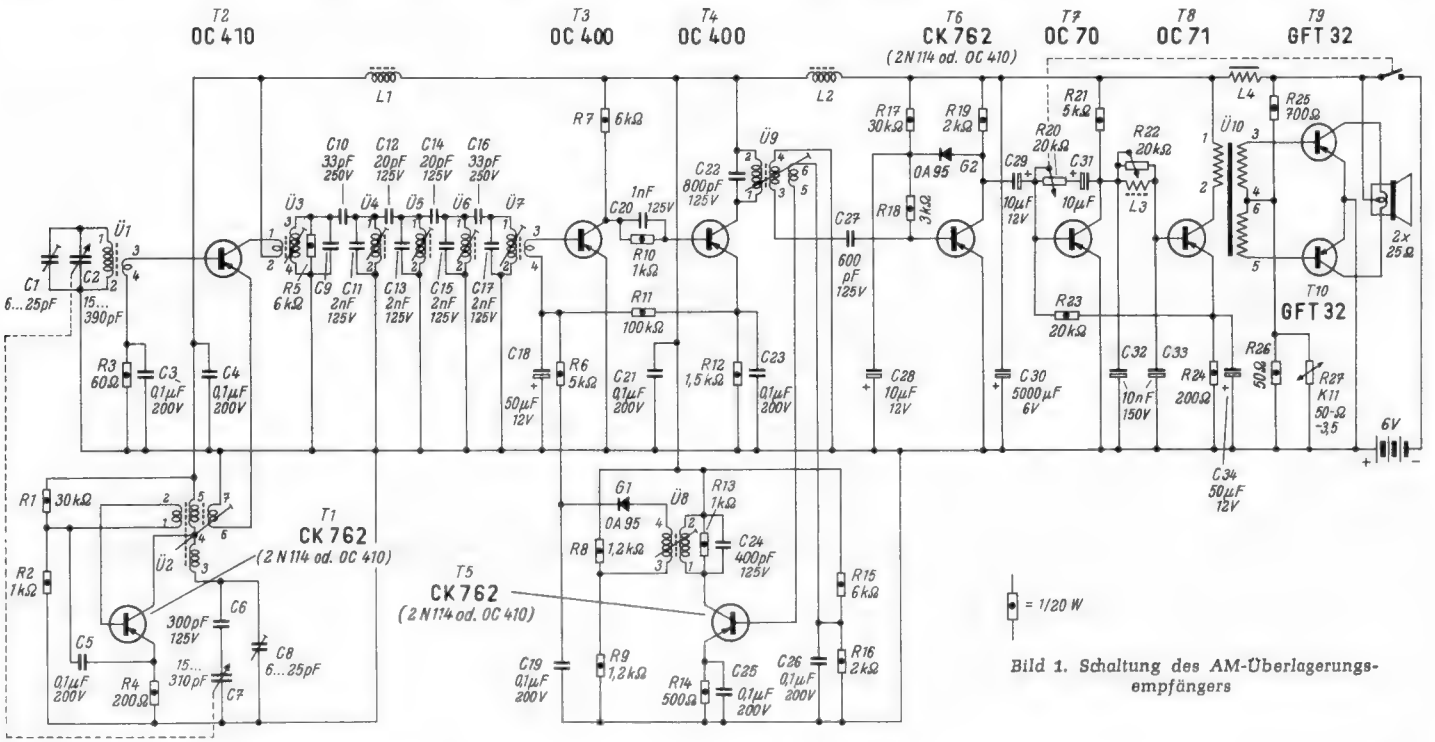


Bild 1. Schaltung des AM-Überlagerungsempfängers

portional der an der Basis von T 5 einfallenden Zf-Amplitude wird durch G 1 eine Gleichspannung erzeugt, die über R 6 (5 kΩ) den Arbeitspunkt der Tandem-Anordnung T 3/T 4 ändert. Das Basispotential von T 3 wird positiver und die Verstärkung sinkt. Der Zusammenhang zwischen Antennen-Eingangspegel und Ausgangs-Nf-Leistung, aus der man die Regelcharakteristik entnehmen kann, ist in *Bild 3* bei 1 MHz Eingangsfrequenz aufgetragen. Mit den Widerständen R 8 und R 9 wird ein verzögerter Regeleinsatz bewirkt. Das RC-Glied R 6/C 18 bestimmt die Zeitkonstante der Regelung. Der Widerstand R 13 sorgt dafür, daß die Regelstufe infolge der inneren Rückkopplung im Transistor T 5 nicht wild schwingt.

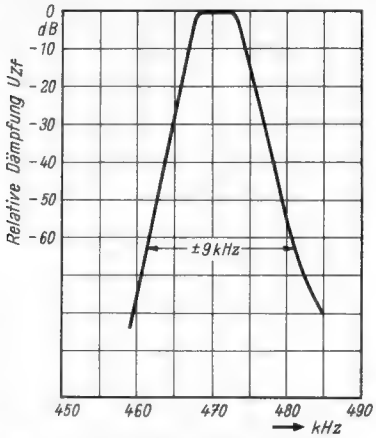


Bild 2. Zwischenfrequenz-Selektionskurve

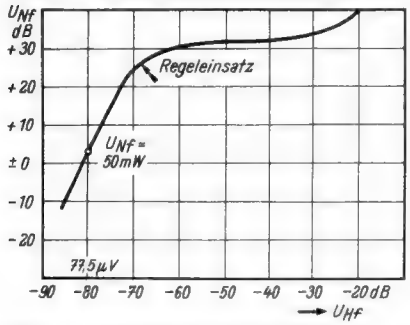


Bild 3. Niederfrequenz-Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Antennenspannung, am Rotor von C 2 gemessen. f = 1 MHz, Modulation 30 %, 400 Hz, U_{Batt} = 6,1 V, U_{Nf} an 2 × 25 Ω gemessen, t = + 25° C

Die Demodulationsstufe

besteht aus dem Transistor T 6 und der Diode G 2. Der Transistor T 6 ist so mit Hilfe des Widerstandes R 17 eingestellt, daß er noch als Zf-Verstärker arbeitet. Die Diode G 2 kappt jedoch die eine Hälfte der modulierten Zwischenfrequenzschwingungen. Es ist wichtig, daß im trägerlosen Zustand die Diode G 2 auf beiden Seiten mit einem gleich großen Gleichspannungspotential beaufschlagt ist, so daß die an der Diode selbst liegende Differenzspannung gleich Null ist. Die Demodulationsschaltung ist sehr empfindlich. Bei einem Trägerpegel an der Basis von T 6 in der Größenordnung von 2 mV wird bereits einwandfrei demoduliert.

Wickeldaten der Übertrager und Drosseln

Bezeichnung	Spulenkörper Kern	Wicklung	Windungszahl	Draht	Bemerkungen
Ü 1	Dralowid	1–2	30 + 30	20×0,05	einlagig
	951/215/10 ∅/03196	3–4	2 + 2	5×0,05	einlagig
Ü 2	Rollenkern	3–4	54	5×0,05	lötfähige Lackisolation
	Rohrkern	4–5	27	5×0,05	lötfähige Lackisolation
		1–2	5	5×0,05	lötfähige Lackisolation
		6–7	3	5×0,05	lötfähige Lackisolation
Ü 3	Rollenkern	3–4	86	5×0,05	lötfähige Lackisolation
	Rohrkern	1–2	29	5×0,05	lötfähige Lackisolation
Ü 4, Ü 5, Ü 6	Rollenkern	1–2	86	10×0,05	lötfähige Lackisolation
	Rohrkern				
Ü 7	Rollenkern	1–2	86	5×0,05	lötfähige Lackisolation
	Rohrkern	3–4	9	5×0,05	lötfähige Lackisolation
Ü 8	Rollenkern	3–4	300	0,07 CuLS	lötfähige Lackisolation
	Rohrkern	1–2	120	0,07 CuLS	lötfähige Lackisolation
Ü 9	Rollenkern	1–2	90	5×0,05	lötfähige Lackisolation
	Rohrkern	3–4	30	5×0,05	lötfähige Lackisolation
		5–6	15	5×0,05	lötfähige Lackisolation
Ü 10	Bild 14	3–4	714	0,11 CuL	links gewickelt
		5–6	714	0,11 CuL	rechts gewickelt
		1–2	2140	0,07 CuL	rechts gewickelt
		1–2	2140	0,07 CuL	rechts gewickelt
L 1, L 2	Rollenkern	1–2	260	0,1 CuLS	lötfähige Lackisolation
	Rohrkern				
L 3	Bild 16	1–2	1600	0,08 CuL	
L 4	Bild 17	1–2	800	0,14 CuL	

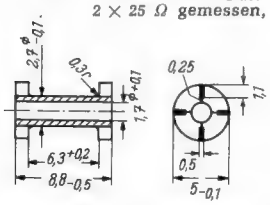


Bild 4. Maße des Rollenkerns (Material Siemens 1S)

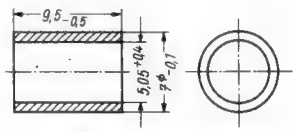


Bild 5. Maße des Rohrkerns (Material Siemens 310 M 24)

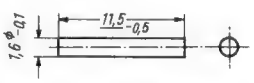


Bild 6. Maße des Zylinderkerns (Material Siemens 310 M 24)

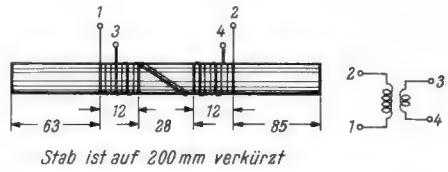


Bild 7. Die Ferritantenne mit den Wicklungen (Ü 1)

Wickelskizzen der Übertrager und Spulen

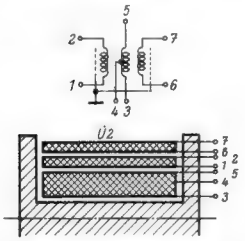


Bild 8. Oszillatorübertrager Ü 2

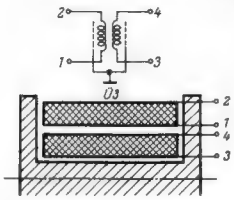


Bild 9. Zf-Übertrager Ü 3

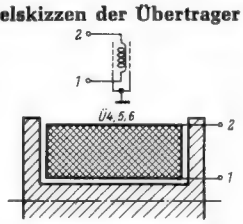


Bild 10. Zf-Übertrager Ü 4, Ü 5 und Ü 6

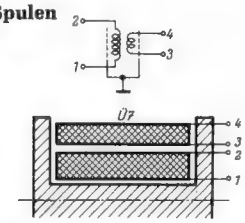


Bild 11. Zf-Übertrager Ü 7

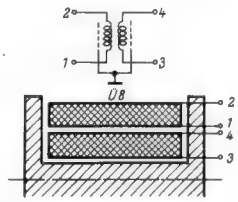


Bild 12. Zf-Übertrager Ü 8

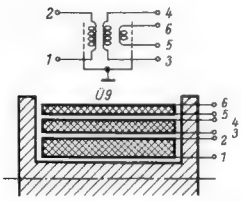


Bild 13. Zf-Übertrager Ü 9

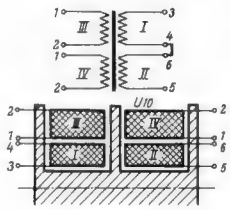


Bild 14. Treibertransformator Ü 10. Spulenkörper: 31 P 6, 20–1 A 2 E (5); Kernblech: EE 30; Werkstoff: Ferrit Widia C 1; Luftspalt: 0,1 mm

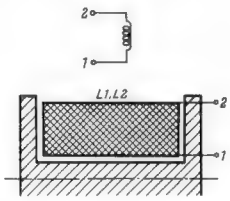


Bild 15. Die Drosseln L 1 und L 2

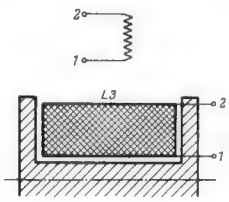


Bild 16. Tiefpaß L 3. Spulenkörper: 31 P 120–1 (5); Kernblech: EE 20; Werkstoff: Ferrit Widia C 1; Luftspalt: 0,1 mm

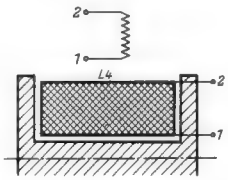


Bild 17. Siebdrossel L 4. Spulenkörper: 31 P 120-1 (5); Kernblech: EE 20; Werkstoff: Ferrit Widia C 1; ohne Luftspalt

Die Nf-Tandem-Stufe

Die Nf-Vorverstärkung wird durch die beiden Transistoren T 7 und T 8 bewirkt, wobei T 8 der Treibertransistor ist. Im galvanischen Kopplungszweig ist eine Drossel L 3 vorgesehen, die mit C 32 (10 nF) und C 33 (10 nF) einen Tiefpaß zur Höhenbeschneidung bildet. Der Innenwiderstand von T 7, dem R 21 (5 kΩ) parallel geschaltet ist, und der Eingangswiderstand von T 8 dienen als Abschlußwiderstand des Filternetzwerkes. Der Wellenwiderstand liegt etwa bei 2 kΩ. Das Potentiometer R 22 (20 kΩ) gestattet es, die Frequenzcharakteristik des Tiefpasses zu verändern, es wirkt somit als Tonblende. Der veränderliche Widerstand R 20 (20 kΩ) wirkt als Gegenkopplung vom Kollektor des Transistors T 7 nach dessen Basis. Damit wird eine Lautstärkeregelung erzielt und bei großen Nf-Eingangspegeln werden die sonst in T 7 entstehenden hohen Klirrgrade wieder reduziert. Mit R 23 (20 kΩ) wird ebenfalls wieder der Arbeitspunkt der Tandem-Anordnung eingestellt, und zwar so, daß der Emitter von T 8 eine Spannung von –1 V über dem Erdpotential annimmt.

Die Gegentakt-B-Endstufe

Die Endstufe erhält ihre Steuerleistung über den Übertrager Ü 10. Je eine Halbwelle steuert den Transistor T 9 bzw. T 10. Der Ausgangsübertrager ist weggelassen worden, dafür wurde ein Lautsprecher mit einer Gegentakt-Schwingwicklung von 2 × 25 Ω benutzt. Bei 6 V Batteriespannung kann man damit eine maximale Ausgangsleistung von 0,64 W erzielen. Zur Temperaturkompensation wird der Ruhestrom der beiden Endtransistoren mit der Thermistor-Widerstands-Kombination R 26/R 27 im Bereich von +5° C bis +40° C annähernd auf seinem Sollwert von 3 mA pro Transistor konstant gehalten. Bei tieferen Temperaturen tritt ein Empfindlichkeitsabfall ein.

Die Stromversorgung

Die Gegentakt-Endstufe ist direkt an die Batterie angeschlossen. Da bei Trockenbatterien der Innenwiderstand ein Schwanken der Klemmenspannung im Takte der Niederfrequenz und der Lautstärke bewirkt, muß der gesamte übrige Verstärker gut gesiebt werden, um unerwünschte Rückkopplungen zu vermeiden. Die Zeitkonstante des LC-Gliedes C 30/L 4 muß groß gegenüber der untersten noch vom Treiberübertrager Ü 10 weitergeleiteten unteren Grenzfrequenz sein. Die Zwischenfrequenz wird mit C 21/L 2 von der Batterie und dem Niederfrequenzteil ferngehalten, während die Oszillatorfrequenz mit C 4 (0,1 µF) und L 1 von der allgemeinen Speiseleitung abgesiebt wird.

Bei einer Batteriespannung von 6,3 V beträgt der Stromverbrauch ohne Modulation 40 mA. Dieser Wert kann weiter herabgesetzt werden, allerdings auf Kosten der Betriebssicherheit bei unterschiedlichen Batteriespannungen und bei verschiedenen Temperaturen.

Die maximale Ausgangssprechleistung beträgt 0,56 W bei einer Mindestbatteriespannung von 5,3 V. Der Gesamtstrom steigt in diesem Falle auf 180 mA an. Bei einer durchschnittlichen Zimmerlautstärke mit durchschnittlichem Modulationsgrad beträgt die effektive Stromentnahme über alles ca. 60 mA.

Der Klirrfaktor beträgt an der Aussteuergrenze maximal 10 % und steigt entsprechend der Transistoreigenschaft bei Überschreitung der Aussteuergrenze schlagartig an.

Der Abgleich

Die Eckfrequenzen des Oszillators werden analog wie bei einer entsprechenden Röhrenschaltung als Abgleichfrequenzen verwendet. Der Abgleich des 5-Kreis-Filters geschieht mit einem Wobbelgenerator, wobei alle Kreise auf maximal spitze Durchlaßkurve zu trimmen sind. Dabei ist durch Überlagerung der Mittenfrequenz von 470 kHz sicherzustellen, daß das Filter symmetrisch zur Sollfrequenz liegt.

Dimensionierung des 5-Kreis-Filters

Nach *Dishal* [1]) erhält man für ein 5-Kreis-Bandfilter mit fünf gleichen Kreisen bei folgenden vorgegebenen Bedingungen:

$$f_0 = 470 \text{ kHz}$$

$$\Delta f_{3\,dB} = \pm 4 \text{ kHz} = 8 \text{ kHz}$$

$$n = 5$$

eine Soll-Betriebsgüte Q des ersten und letzten Kreises nach

$$\frac{Q_1 = (Q_5)}{f_0/\Delta f_{3\,dB}} = 2 \sin \frac{90^\circ}{n}$$

$$Q_1 = Q_5 = 36$$

Die Koppelfaktoren erhält man, da der symmetrische Fall mit beiderseitigen reellen Abschlüssen benutzt wurde, aus der Gleichung

$$\frac{K_{r\,(r+1)}}{\Delta f_{3\,dB}/f_0} = \frac{0{,}5}{\sqrt{\sin(2r-1)\left(\frac{90^\circ}{n}\right)\left(\sin(2r+1)\left(\frac{90^\circ}{n}\right)\right)}}$$

$$\text{zu } K_{12} = K_{45} = 0{,}017$$

$$\text{und } K_{23} = K_{34} = 0{,}0095.$$

Bei einem Wellenwiderstand Z = 170 Ω wird C_0 = 2 nF, wobei der Anteil des Koppelkondensators vernachlässigt wird. Die Koppelkondensatoren werden

$$C\,12 = C\,45 \approx 33 \text{ pF} \qquad C\,23 = C\,34 \approx 20 \text{ pF}$$

Die Bedämpfung des ersten und fünften Kreises muß insgesamt je R_p = 6,1 kΩ betragen, um die Sollkurve zu erhalten. Die Flankensteilheit der Filterdämpfung beträgt ungefähr 3,0 dB/kHz (siehe Bild 2).

Da die Kreise 2...4 keine unendlich hohe Güte haben, müssen die Parallelwiderstände R_{p1} und R_{p5} etwas größer als 6,1 kΩ sein. Dies ist durch die Wahl des Übersetzungsverhältnisses der Ankoppelwicklungen vorn vom Mischer her und nach dem Filter zum 1. Zf-Transistor hin zu bewirken. Diese Größen sind jedoch nicht kritisch, solange man keine exakte Dämpfungsforderung für benachbarte Sender hat, sondern nur einen Mindestdämpfungsabstand verlangt.

Wickelvorschriften für Spulen und Übertrager

Die Wickeldaten sind in der *Tabelle* zusammengefaßt. Es wurde ein Siemens-Rollenkern *(Bild 4)* aus Siferrit 1 S benutzt, über den ein Rohrkern *(Bild 5)* aus dem Werkstoff 310 M 24 geschoben wurde. Gesamtabmessungen: 9,5 mm Länge, 7 mm ⌀. Dazu kam noch die Halterung für den Regelstift. Für die Spulen Ü 3, Ü 4, Ü 5, Ü 6 und Ü 7 wurde der rote Abgleichstift von Valvo (für die Type 14/8) verwendet, für Ü 2, Ü 7 und Ü 8 der Zylinderkern von Siemens *(Bild 6)*, ebenfalls aus 310 M 24. L 4 und L 3 sind EE 20-Ferritkerne und Ü 10 ist ein EE 30-Ferritkern mit Zwei-Kammerwicklung. Der Valvo-Stift läßt eine L-Variation von 1 : 2 zu, während der Siemensstift ein Variationsverhältnis von 1 : 4 ermöglicht.

[1]) Milton Dishal, Alignment and Adjustment of Synchronously Tuned Multiple-Resonant-Circuit Filters. Proc. IRE Vol. 39 pp 1448–1455, Nov. 51.

Sparsame Transistor-Endstufe

Obgleich Transistorschaltungen sehr wenig Strom verbrauchen, möchte man bei transportablen Geräten den Verbrauch noch weiter herabsetzen, um die Lebensdauer der Batterie zu verlängern. Um dies zu erreichen, wird zweckmäßig die Endstufe, weil sie den größten Kollektorstrom führt, durch eine Hilfsschaltung so geregelt, daß der Strom bei kleinerer Aussteuerung verringert wird. Der Arbeitspunkt im Kennlinienfeld muß also in Abhängigkeit von der Aussteuerung verschoben werden.

Bild 1 zeigt das Prinzip einer solchen von Valvo beschriebenen Anordnung. Sie hat einen Vorläufer in der sog. *Nestel*-Schaltung, die vor dem Kriege in den Batterie-Volksempfängern angewendet wurde, um den Stromverbrauch der Endröhre herabzusetzen. In Bild 1 sitzt auf dem Ausgangsübertrager eine zusätzliche Wicklung n 3. Daran ist eine Gleichrichterschaltung mit der Diode OA 70 angeschlossen. Bei fehlendem Signal liegt die Basis des Transistors über den Widerstand R 1, den Durchlaßwiderstand der Diode und die Wicklung n 3 am Spannungsteiler R 3/R 4. Die Basis ist dadurch schwach negativ vorgespannt, und der Kollektorstrom ist relativ klein. Das Gerät nimmt wesentlich weniger Strom auf als bei normalem A-Betrieb. Bei dieser Ruheeinstellung ergebe sich der Arbeitspunkt A 1 auf der von $-U_0$ ausgehenden, durch den Emitterwiderstand R 2 festgelegten statischen Widerstandsgeraden in *Bild 2*.

Bei wachsender Aussteuerung wird die an der Wicklung n 3 auftretende Spannung durch die Diode gleichgerichtet und der Kondensator C 2 negativ gegen Masse aufgeladen, d. h. die Basis wird negativer vorgespannt. Dadurch verschiebe sich in Bild 2 der Arbeitspunkt nach A 2 hin. Die Aussteuerung erfolgt natürlich entlang der jeweiligen dynamischen Arbeitskennlinie. Bei richtiger Bemessung der Schaltung liegt der Arbeitspunkt dann bei Vollaussteuerung an der Stelle, die für den normalen A-Betrieb erforderlich ist. Bei sich ändernder Lautstärke, wie dies praktisch stets der Fall ist, wird daher die mittlere Stromaufnahme beträchtlich herabgesetzt. Aus Bild 2 kann man noch ablesen, daß die maximale Verlustleistung

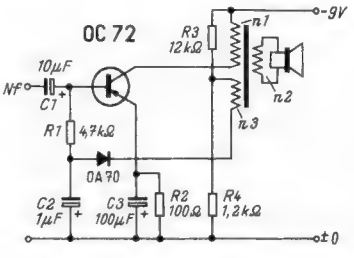


Bild 1. Prinzip der Endstufe mit gleitendem Arbeitspunkt zur Verringerung des mittleren Stromverbrauches

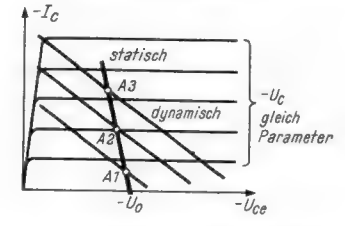


Bild 2. Kennlinienfeld mit Arbeitsgerade

Transistor-Schaltungen

praktisch nicht überschritten werden kann. Verschiebt sich nämlich bei Übersteuerung der Arbeitspunkt von A 2 nach A 3, dann werden die negativen Stromhalbwellen abgeschnitten, und die Regelung setzt bei der angegebenen Polung der Diode aus; der Arbeitspunkt rutscht zurück nach unten.

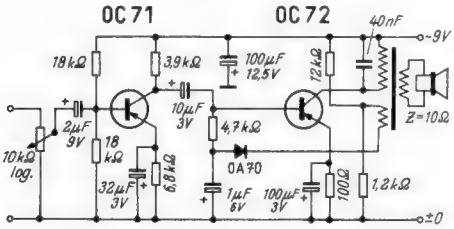


Bild 3. Vollständige Schaltung des Nf-Verstärkers mit gleitendem Arbeitspunkt der Endstufe

Die Schaltung hat ferner den Vorteil, daß der Kollektor infolge des tiefliegenden Ruhe-Arbeitspunktes thermisch weniger belastet ist. Das bedeutet, daß eine höhere Umgebungstemperatur zugelassen oder eine höhere Leistung entnommen werden kann.

Im Interesse geringer Verzerrungen bei kleiner Aussteuerung wählt man für den Punkt A 1 in Bild 2 (fehlendes Signal) einen Kollektorruhestrom von etwa 2,5...3 mA. Die Zeitkonstante für die Regelung muß einerseits hinreichend groß sein, damit keine Modulationsverzerrungen oder gar Verzerrungen der tiefen Töne eintreten, sie soll andererseits genügend klein sein, damit der Arbeitspunkt den Dynamikschwankungen folgen kann. Ein günstiger Erfahrungswert ist etwa $T = 5 \cdot 10^{-3}$ sec.

Die Vorstufe eines solchen Transistorverstärkers ist normal zu schalten. Wählt man eine relativ hohe Speisespannung von z. B. 9 V, dann können die Spannungsteilerwiderstände für die Basis der Vorstufe groß gewählt werden. Der Kollektorruhestrom wird auf $-I_c = 0{,}6$ mA eingestellt. Der gesamte Nf-Verstärker nach *Bild 3* liefert dann eine Verstärkung von rund 50 dB bei 10 mW Ausgangsleistung. Die dazu erforderliche Eingangsspannung beträgt etwa 10 mV_{eff}, der Eingangswiderstand bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler ist rund 2,2 kΩ.

(Nach Unterlagen der *Valvo GmbH*)

Schalttransistoren statt Zerhacker

Durch die serienmäßige Herstellung von Schalttransistoren großer Leistung scheint das Zeitalter der mechanischen Zerhacker zu Ende zu gehen. Amerikanische Hersteller bieten Schalttransistoren für den Betrieb mit 6 V (2 N 255) und 12 V (2 N 256, 2 N 257) an, die mit Hilfe von Multivibratorschaltungen Rechteckschwingungen hervorbringen und dabei beträchtliche Leistungen mit einem Nutzeffekt von etwa 80 % umsetzen. Herauftransformiert wird die Rechteckspannung gleichgerichtet, wobei die Siebkette zur Glättung recht preiswert erstellt werden kann, weil man es in der Hand hat, die Impulsfolgefrequenz des Multivibrators so hoch zu wählen, daß bereits Kondensatoren verhältnismäßig niedriger Kapazität genügen. Da Leistungen bis zu 50 W umgesetzt werden können, beschränkt sich die Verwendung solcher Spannungswandler nicht allein auf Autosuper, sondern sie gestattet auch die recht einfache Speisung von gebräuchlichen Rundfunkempfängern, Verstärkern und Amateursendern aus Akkumulatorenbatterien. Als Vorteile sind dabei das geräuschlose Arbeiten und die Lebensdauer der Schalttransistoren zu nennen.

Der Spannungswandler, dessen Schaltung *Bild 1* wiedergibt, ist so ausgelegt, daß der mit den Schalttransistoren 2 N 257 bestückte Multivibrator mit einer Impulsfolgefrequenz von etwa 3500 in der Sekunde läuft. Infolgedessen kann die Eisenmenge des Spezialtransformators mit zwei Primärwicklungen wesentlich kleiner gehalten werden als die des gebräuchlichen Zerhackertransformators. Da auch Siebketten zur Unterdrückung von Störungen durch die Zerhackerkontakte fortfallen, läßt sich ein solcher Spannungswandler in einem Kästchen unterbringen, das bequem in einer Hand Platz findet.

Die Schaltung nach *Bild 2* arbeitet mit einer angezapften Transformatorwicklung im Basiskreis der beiden Schalttransistoren und je einer besonderen Wicklung in den Kollektorkreisen. Auch diese Schaltung bringt Rechteckschwingungen hervor, deren Impulsfolgefrequenz so hoch gewählt ist, daß zur Siebung der hochtransformierten, gleichgerichteten Spannung ein Kondensator von 0,1 µF genügt. Allerdings bleibt es praktischen Erfahrungen vorbehalten festzustellen, ob nicht Oberschwingungen der Rechteckspannung in den Bereich eines angeschlossenen Empfängers fallen. -dy

J. Najork, Transistorized Supply for Mobile Radio, Radio & Television News, September 1957, Seiten 56 und 176

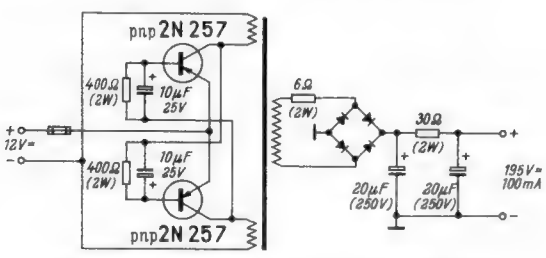


Bild 1. Spannungswandler mit Schalttransistoren in Multivibratorschaltung

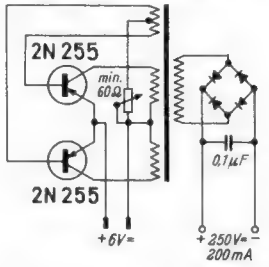


Bild 2. Einfachere Schaltung eines Spannungswandlers mit Schalttransistoren

Sollwertmesser mit Silizium-Flächendioden

Ein Sollwert-Instrument hat einen Meßbereich von nur wenigen Prozent unter und über einem bestimmten Wert, eben dem Sollwert. Das bedeutet, daß das Instrument erst beim Erreichen der ungefähren Meßspannung anzuzeigen beginnt. Die dazu notwendige *Nullpunkt-Unterdrückung* kann entweder mechanisch oder elektrisch wirken.

Neben der Unterdrückung des Anfangsbereiches mit Glühlämpchen [1] oder Glimmröhren [2] bietet sich heute die Möglichkeit, Silizium-Flächendioden dafür zu verwenden. Diese neuen Halbleiterelemente, in der angelsächsischen Literatur als „reference diode" bezeichnet, erscheinen jetzt auch auf dem deutschen Markt. Bei ihnen ist in ein Silizium-Einkristallplättchen ein Aluminiumdrähtchen einlegiert, um das sich eine Sperrschicht bildet. Diese „Zener-Dioden" werden in Sperrrichtung in den Stromkreis geschaltet und sperren bis zu einer gewissen Spannung; bei kleineren Spannungen fließt nur ein ganz minimaler Strom. Wird die Spannungsgrenze überschritten, tritt eine sprunghafte Erhöhung der Leitfähigkeit ein [3].

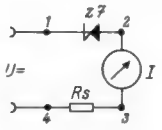


Bild 1. Schaltung eines Sollwert-Instrumentes mit einer Zener-Diode

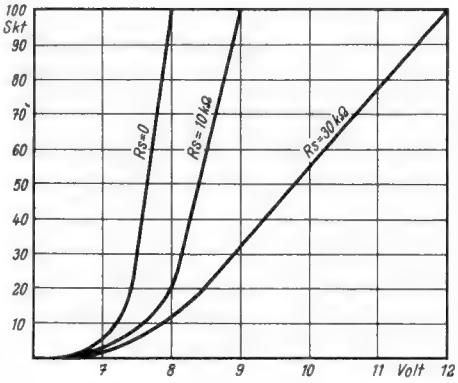


Bild 2. Meßwertkurven mit verschiedenen Vorwiderständen

Ein Sollwert-Spannungsmesser kann mit solchen Zener-Dioden leicht aufgebaut werden. In der Schaltung *(Bild 1)* liegt in Reihe zum Instrument eine Zener-Diode Typ Z 7 [4]. Bei Spannungen in Sperrichtung fließt kein ausreichender Strom, um das Meßwerk zum Ansprechen zu bringen. Geht die Spannung über den Wert der Sperrspannung U hinaus, wird der Widerstand der Diode so gering, daß das Instrument anzeigt. Für Meßzwecke liegen drei Typen solcher Zener-Dioden vor: Z 6 mit dem Durchbruchsgebiet bei 6...7 V, Z 7 bei 7...8 V, Z 8 bei 8...9 V.

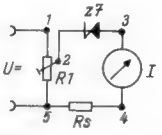


Bild 3. Spannungsteileranordnung für höhere Gleichspannungen

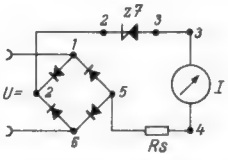


Bild 4. Sollwert-Instrument für Wechselstrom

Der Widerstand Rs dient zur Erweiterung des Meßbereiches. Ohne Widerstand erstreckt sich der Bereich von 7,5 bis 8 V, mit Rs = 10 kΩ von 8 bis 9 V, mit Rs = 30 kΩ von 8 bis 12 V. Mit einem Instrument von 0,1 mA und 0,133 V Vollausschlag ergeben sich Meßkurven nach *Bild 2*. Höhere Gleichspannungen kann man mit dieser Anordnung messen, wenn man einen Spannungsteiler benützt *(Bild 3)*. Bei Wechselspannungsmessungen wird der Anordnung ein System von vier Germanium-Meßdioden in Graetz-Gleichrichterschaltung vorgeschaltet, wie *Bild 4* zeigt.

H. Schurig

Literatur

[1] Netzsollspannungs-Meßgerät, FUNKSCHAU 1952, Heft 7, Seite 131

[2] Voltmeter mit unterdrücktem Anfangsbereich, FUNKSCHAU 1955, Heft 10, Seite 213

[3] Zener beschrieb 1934 die Möglichkeit, daß ein genügend hohes elektrisches Feld oberhalb einer kritischen Feldstärke Valenzelektronen im Kristall aus ihren Bindungen frei machen und damit eine sprunghafte Leitfähigkeitserhöhung bewirken könne.

[4] Hersteller: Intermetall, Düsseldorf

Die Berechnung von Drosseln, Netztransformatoren und Nf-Übertragern

Von Ingenieur Otto Limann

3. Fortsetzung

Ausführliche Berechnung eines Netztransformators

Für einen AM/FM-Empfänger mit folgender Röhrenbestückung: ECC 85, ECH 81, EF 89, EABC 80, ECC 83, 2 × EL 84, EM 80, 2 Skalenlampen 7 V/0,3 A ist der Netztransformator zu berechnen. Primärspannungen 110, 125, 150, 220 und 240 V, Anodenspannung 250 V, Graetz-Gleichrichtung. Der Transformator wird in großen Stückzahlen benötigt und soll auf niedrigen Preis kalkuliert werden. Man wird daher die genauen Formeln verwenden und jeweils die zulässigen Grenzbelastungen in Anspruch nehmen.

Strombedarf (aus Röhrentabelle) in Ampere

Röhre	Heizstrom	Katodenstrom
ECC 85	0,435	0,015
ECH 81	0,300	0,015
EF 89	0,200	0,012
EABC 80	0,450	0,001
ECC 83	0,300	0,002
2 × EL 84	1,520	0,098
EM 80	0,300	———
Skalenlampen	0,600	———
	4,105 A	0,143 A

Für Graetz-Schaltung (Brückengleichrichtung) gilt nach Tafel 6[1]):

$U_{Tr} = 0{,}85 \cdot U_G \quad U_{Tr} = 0{,}85 \cdot 250 \quad = 212\ V$

$I_w = 1{,}9 \cdot I_G \quad I_w = 1{,}9 \cdot 0{,}143 \quad = 0{,}272\ A$

$N_s = 1{,}6 \cdot N_G \quad N_s = 1{,}6 \cdot 250 \cdot 0{,}143 = 57\ VA$

Die Primärleistung setzt sich zusammen aus:

$$N_p = \frac{100}{90} \cdot (57 + 6{,}3 \cdot 4{,}105) = 92\ VA$$

Der nächst niedrigere M-Kern nach Tafel 1 ist der Typ M 85a, er leistet jedoch listenmäßig nur 70 VA. Der darüberliegende Kern M 84b ist für 100 VA bestimmt. Man wird zunächst den Schnitt M 85a prüfen, ob sich damit unter Ausnutzung aller Möglichkeiten auskommen läßt. Für den Kern M 85a gilt zunächst $\mathfrak{B}_{max} = 12{,}5 \cdot k_G$, Stromdichte innen $i = 2{,}5$ A/mm

$$Q_{E\,eff} = \sqrt{\frac{14\ N}{\frac{f}{10} \cdot \frac{\mathfrak{B}_{max}}{10\,000} \cdot i}} =$$

$$= \sqrt{\frac{14 \cdot 92}{5 \cdot 1{,}25 \cdot 2{,}5}} = 9{,}1\ cm^2$$

Der Bruttoquerschnitt von M 85 beträgt 9,3 cm². Bei einem Füllfaktor von 0,95 für Lackisolation der Bleche ergibt sich

$$Q_{E\,eff} = 0{,}95 \cdot 9{,}3 = 8{,}8\ cm^2$$

Der Querschnitt ist also etwas zu knapp, doch kann bei dem sonstigen Spielraum für Transformatorbemessungen zunächst damit weitergerechnet werden.

Primärwicklung

$$w = \frac{U \cdot 10^8}{4{,}44 \cdot f \cdot \mathfrak{B} \cdot Q_E} =$$

$$= U \cdot \frac{10^8}{4{,}44 \cdot 50 \cdot 12\,500 \cdot 8{,}8} = 4{,}1\ U\ Wdg.$$

$$I_p = \frac{N_p}{U} = \frac{92}{U}$$

$$d = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{I}{i}} = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{I}{2{,}5}} = 0{,}715 \cdot \sqrt{I}$$

Spannung V	Wdg.	I (A)	d (mm)	Gewählt d
110	450	0,84	0,655	0,65
127	520	0,73	0,610	0,60
150	615	0,61	0,558	0,55
220	900	0,42	0,464	0,45
240	985	0,38	0,440	0,45

Sekundärwicklungen

Die Windungszahlen werden um 10 % höher gewählt, um die Verluste auszugleichen, also $w = 1{,}1 \cdot 4{,}1 \cdot U = 4{,}5$ Wdg./V. Stromdichte für die Sekundärwicklungen laut Tafel 1

$$i = 3{,}1\ A/mm^2;\ d = 1{,}13 \sqrt{\frac{I}{3{,}1}} = 0{,}64 \sqrt{I}$$

Spannung (V)	Wdg.	I (A)	d (mm)
212	950	0,272	0,34
6,3	28	4,105	1,30

Wickelraumprüfung

Nunmehr ist zu prüfen, ob die Wicklungen in der ausnutzbaren Fensterbreite von 49 mm bei 11 mm Fensterhöhe unterzubringen sind. Der Transformator wird lagenweise gewickelt. Aus Windungszahl, Drahtdurchmesser D mit Lackisolation und Fensterbreite (Wickelbreite) b ergibt sich die Lagenzahl zu $z = \frac{w \cdot D}{b}$. Die Lagenzahl wird auf ganze Zahlen nach oben abgerundet. Der Drahtdurchmesser mit Lackisolation wird aus Tafel 4 entnommen.

$$110\ V \quad z = \frac{w \cdot D}{b} = \frac{450 \cdot 0{,}69}{49} = 6{,}33 \approx 7\ Lagen$$

$$110...127\ V;\ 70\ Wdg.\ z = \frac{70 \cdot 0{,}64}{49} = 0{,}915 \approx 1\ Lage$$

$$127...150\ V;\ 95\ Wdg.\ z = \frac{95 \cdot 0{,}59}{49} = 0{,}145 \approx 1\ Lage$$

$$150...220\ V;\ 285\ Wdg.\ z = \frac{285 \cdot 0{,}48}{49} = 2{,}79 \approx 3\ Lagen$$

$$220...240\ V;\ 85\ Wdg.\ z = \frac{85 \cdot 0{,}48}{49} = 0{,}833 \approx 1\ Lage$$

Um eine Lage zu sparen, wird man die ersten drei Wicklungen sofort aufeinander folgen lassen. Bei der dritten Wicklung ist mit 9 Lagen abzuschließen.

$$212\ V;\ 950\ Wdg.\ z = \frac{950 \cdot 0{,}37}{49} = 7{,}18 \approx 8\ Lagen$$

$$6{,}3\ V;\ 28\ Wdg. \qquad \approx 1\ Lage$$

Die Wickelhöhe ohne Lagenisolation

berechnet sich zu: $7 \cdot 0{,}69 + 1 \cdot 0{,}64 + 1 \cdot 0{,}59 + 3 \cdot 0{,}48 + 1 \cdot 0{,}48 + 8 \cdot 0{,}37 + 1 \cdot 1{,}36 = 12{,}27$ mm.

Die Fensterhöhe beträgt jedoch nur 11 mm. Die Wicklung ist also nicht unterzubringen, dabei sind noch keinerlei Lagenisolationen vorgesehen. Der Grund liegt darin, daß die 110-V-Wicklung einen stärkeren Kupferquerschnitt erfordert, der bei 220-V-Betrieb gar nicht notwendig ist. Müßte man nur für 220 V zu bemessen, dann wären 900 Wdg. mit d = 0,48 mm notwendig. Dies ergibt eine Lagenzahl von

$$z = \frac{900 \cdot 0{,}48}{49} \approx 9\ Lagen\ mit\ einer\ Wickelhöhe\ von$$

$$9 \cdot 0{,}48 + 8 \cdot 0{,}37 + 1{,}36 = 8{,}64\ mm.$$

Hierbei stehen dann noch 11 − 8,64 = 2,36 mm für Isolationszwischenlagen zur Verfügung; der Transformator würde sich damit wickeln lassen. *Die selbständige 110-V-Wicklung bei einem Netztransformator erfordert also einen spürbaren Mehraufwand an Eisen und Kupfer, der in Grenzfällen zu einem größeren Eisenkern zwingt, obgleich der Kern rechnungsmäßig für die Nennlast ausreicht.*

Lohnt die Auflage des Gerätes die Anfertigung eines besonderen Spulenkörpers, dann wird man den gleichen Blechschnitt verwenden und lediglich das Blechpaket höher machen. Im vorliegenden Fall dürfte mit einer Vergrößerung um schätzungsweise 20% auszukommen sein. Dadurch geht die Windungszahl entsprechend herunter; das Eisengewicht steigt jedoch nur um 20 %, also von 1,3 kg für den normalen Kern M 85a auf 1,3 · 1,20 = 1,56 kg. Der nächste normenmäßige Kern M 85b wiegt dagegen bereits 1,7 kg.

Da für die normenmäßig nicht vorgesehene Paketdicke von 32 · 1,20 = 38,4 mm ohnehin kein lagermäßiger Spulenkörper vorhanden ist, wird man in diesem Fall bei einer Spezialfirma geklebte Spulenkörper aus Elektro-Lackpappe anfertigen lassen. Sie sind bei solchen Sonderserien billiger als zusammensteckbare Körper aus Hartpapier, weil keine teuren Stanzwerkzeuge zu ihrer Herstellung benötigt werden. Man gewinnt dabei außerdem noch etwas an Wickelraum. So beträgt die eigentliche Fenstergröße beim M 85-Blech 56 × 13,5 mm. Einen solchen Spulenkörper muß man nach *Bild 17a* außen um mindestens 4 mm schmäler machen als die Fensterbreite, sonst lassen sich die M-Bleche nicht hineinschieben, denn sie liegen ja dabei nach *Bild 17b* schräg auf dem Spulenkörper auf. Ferner wird man in der Fensterhöhe mindestens 1 mm Luft lassen. Bei Verwendung von Lackpappe oder Preßspan mit 1 mm Dicke gehen so insgesamt 6 mm von der Fensterbreite und 2 mm von der Höhe ab. Der nutzbare Wickelquerschnitt beträgt somit 50 × 11,5 mm.

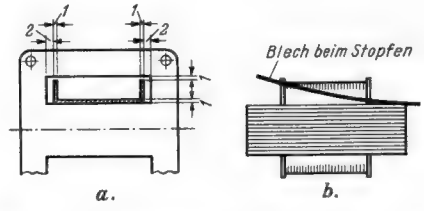


Bild 17. a = Querschnitt des Spulenkörpers im Wickelfenster; b = Einschieben der Bleche beim M-Kern. Der Wickelkörper muß kürzer als das Fenster sein, damit das Blech darübergleitet

Infolge der linearen Beziehung zwischen Windungszahl und Eisenquerschnitt können nun einfach die vorher errechneten Windungszahlen um den Faktor $\frac{1}{1{,}20} = 0{,}835$ verringert werden, um die gleiche Felddichte $\mathfrak{B} = 12{,}5\ k_G$ für einen 20%ig stärkeren Eisenquerschnitt zu erhalten. Die Drahtstärken bleiben jedoch gleich.

$$110\ V;\ 450 \cdot 0{,}835 = 375\ Wdg.\ z = \frac{375 \cdot 0{,}69}{50} =$$

$$= 5{,}17 \approx 5\ Lagen$$

$$110...127\ V\ 70 \cdot 0{,}835 = 58\ Wdg.\ z = \frac{58 \cdot 0{,}64}{50} =$$

$$= 0{,}74 \approx 1\ Lage$$

Die Wicklung 110...127 V ist also sofort an die 110-V-Wicklung anzuschließen, damit sich 6 Lagen ergeben.

$$127...150\ V;\ 95 \cdot 0{,}835 = 79\ Wdg.\ z = \frac{79 \cdot 0{,}59}{50} =$$

$$= 0{,}93 \approx 1\ Lage$$

[1]) FUNKSCHAU 1958, Heft 3, Seite 78

Übersicht über die errechneten Werte

Wicklung (V)	Wdg.	d (mm)	Ω/mm[1])	g/m[1])	Wind.-länge (cm)	Draht-länge[2]) (m)	Wider-stand[3]) (Ω)	Ge-wicht[4]) (g)
110	375	0,65	0,0526	2,97	15	54,70	2,88	162
110...127	58	0,60	0,0621	2,62	18	10,44	0,65	27
127...150	79	0,55	0,0738	2,20	18	14,22	1,05	31
150...220	238	0,45	0,1103	1,48	18	42,80	4,73	63
220...240	71	0,45	0,1103	1,48	18	12,80	1,41	19
					Gesamtwiderstand der Primärwicklung		10,72 Ω	
212	790	0,34	0,1932	0,835	18	142,20	27,5	119
6,3	23	1,30	0,0132	11,81	21,3	0,49	0,065	58
							Gesamtes Kupfergewicht	479 g

[1]) Nach Tafel 4
[2]) Drahtlänge = Windungszahl · Windungslänge
[3]) Widerstand = Drahtlänge · Ω/m
[4]) Gewicht = Drahtlänge · g/m

breite hinauszugehen, man verwendet dann besser das nächst größere Kernblech.

Wicklungswiderstand, Kupfergewicht

In den Tafeln 1 bis 3 sind die Windungslängen für innen, für die Mitte und für außen angegeben. Man nimmt überschläglich für die 110-V-Wicklung die innere und für die Heizwicklung die äußere Windungslänge an. Im letzten Beispiel wurde jedoch das M 85 a-Paket um 20 % dicker gemacht. Damit werden auch die mittleren Windungslängen größer. Wird die Paketdicke von 32 auf 32 · 1,2 = 38,4 mm erhöht, dann werden alle Windungen auf jeder Seite 4,4 mm, also zusammen um 8,8 mm ≈ 1 cm länger. Sie betragen demnach:

innen	Mitte	außen
15,0	18,0	21,3 cm

Damit ergibt sich folgende Übersicht:
Das gesamte Kupfergewicht beträgt also rund 0,48 kg. Dieser Wert stimmt gut mit der Tabelle 1 überein, denn er liegt zwischen den Gewichten für die Kerne M 85 a (0,4 kg) und M 85 b (0,5 kg).

Für genaue Kalkulationen und für die Materialdisposition großer Serien werden zweckmäßig einige Mustertransformatoren gewickelt und durchgemessen, wobei auch die betriebsmäßige Erwärmung zu kontrollieren ist. Dann werden die Muster wieder abgewickelt, und jede Drahtsorte wird für sich gewogen.

Im übrigen stehen bei größeren Firmen meist umfangreiche und infolge langer Erfahrung sehr zuverlässige Berechnungsunterlagen für Transformatoren zur Verfügung, so bei der AEG für die *K-tr-Reihe 1...7* und bei Siemens für die *Röh.-tr.-Reihe 1...7*.

(Fortsetzung folgt)

$$150...220\ V;\ 285 \cdot 0{,}835 = 238\ Wdg.\ z = \frac{238 \cdot 0{,}48}{50} = 2{,}29 \approx 2\ Lagen$$

$$220...240\ V;\ 85 \cdot 0{,}835 = 71\ Wdg.\ z = \frac{71 \cdot 0{,}48}{50} = 0{,}66 \approx 1\ Lage$$

$$212\ V;\ 950 \cdot 0{,}835 = 790\ Wdg.\ z = \frac{790 \cdot 0{,}37}{50} = 5{,}85 \approx 6\ Lagen$$

$$6{,}3\ V;\ 28 \cdot 0{,}835 = 23\ Wdg. \approx 1\ Lage$$

Die Wickelhöhe ohne Lagenisolation

beträgt 5 · 0,69 + 0,64 + 0,59 + 3 · 0,48 + 6 · 0,37 + 1,36 = 9,70 mm.

Da mit dem neuen Wickelkörper 11,5 mm zur Verfügung stehen, ist auch Platz für Lagenisolationen vorhanden. Insgesamt ergeben sich 17 Lagen. Man wird zunächst einmal zwischen je zwei Drahtlagen eine Lage Lackpapier von 0,08 mm Stärke legen, das ergibt 16 · 0,08 = 1,28 mm. Zwischen Primär- und Gleichrichterwicklung sowie sowie zwischen dieser und der Heizwicklung wird zusätzlich je eine Lage Lackpapier eingefügt. Dies ergibt zusammen nochmals 0,16 mm, also einen gesamten Isolationsauftrag von 1,44 mm; die endgültige Wickelhöhe beträgt also 9,7 + 1,44 ≈ 11,2 mm. Sie dürfte daher gerade auf dem vorgesehenen Spulenkörper unterzubringen sein. Die letzte Entscheidung gibt ein Ausfallmuster; notfalls ist die Dicke des Eisenpaketes noch um einen geringen Faktor zu erhöhen, damit die Windungszahlen um den gleichen Faktor herabgesetzt werden können. Jedoch ist es ungünstig, mit der Dicke des Eisenpaketes über die 1,5fache Steg-

Ein mechanisches Transistormodell

Die Arbeitsweise eines Transistors ist nicht so einfach zu erklären wie die einer Röhre. Da aber deren Funktionieren dem Funktechniker bei jahrelanger Übung sozusagen in Fleisch und Blut übergegangen ist, bleibt es begreiflich, daß immer wieder versucht wird, den Transistor in Parallele zur Röhre zu setzen. So wird die Emitter-Schaltung in ihrer Wirkungsweise mit der einer Triode verglichen, wobei die Basis dem Gitter, der Emitter der Katode und der Kollektor der Anode entsprechen. Für Unterrichtszwecke beispielsweise benötigt man aber noch einprägsamere Vergleiche, auch wenn sie, wie jeder Vergleich, unvollkommen sind. Die Versuche, die Arbeitsweise der Transistoren mit analogen Bildern zu verdeutlichen, finden deshalb so rasch kein Ende.

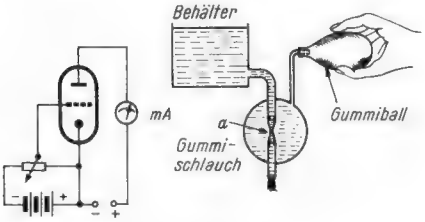


Bild 1. Die Röhre und ihr hydraulisches Modell

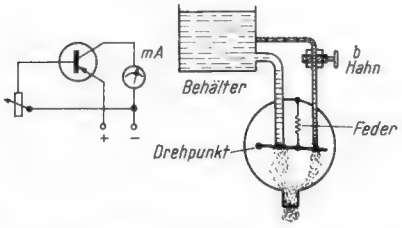


Bild 2. Der Transistor und das analog arbeitende hydraulische Modell

Manche davon sind allerdings so anschaulich, daß sie dem Techniker in jedem Fall einen Gewinn bringen; sie sollten deshalb nicht übersehen werden. Ein interessanter Darstellungsversuch findet sich in der französischen Zeitschrift „Radio TV". Er geht davon aus, daß die Basis eines Transistors eine ähnliche Rolle spielt wie das Steuergitter in der Röhre, also die Veränderung des Stromes erlaubt, der durch den Transistor fließt. Allerdings ist die Art der Steuerung in beiden Fällen ganz verschieden. Die Wirkungsweise einer Röhre wird in *Bild 1* an einem hydraulischen Modell gezeigt. Dabei entspricht der Stromversorgung der gefüllte Flüssigkeitsbehälter und dem Anodenstrom die durch das senkrechte Rohr fließende Flüssigkeitsmenge. Ein Teil dieses Rohres besteht nun aus einem sehr elastischen Gummischlauch a und ist in eine ebenfalls mit Flüssigkeit gefüllte starre Kugel eingeschlossen. Mit einem Gummiball kann man den Druck in der Kugel verändern, was zur Folge hat, daß der Gummischlauch a je nach dem Druck in der Kugel mehr oder weniger zusammengepreßt wird und den Abfluß aus dem Reservoir damit verändert. Dieser Abfluß ist also eine einfache Funktion des Druckes auf den Gummiball. Der Steuerkreis (Kugel – Gummiball) ist geschlossen und braucht keine Versorgung; er ist spannungsgesteuert, genau wie der Gitterkreis einer Röhre, der ohne Gitterstrom leistungslos arbeitet. Wird kein Druck auf den Gummiball ausgeübt, ist der Durchfluß durch das Rohr am größten, wie bei der Röhre, deren Gitterspannung Null beträgt. Soll der Anodenstrom einer Röhre verringert werden, muß man dem Gitter mehr und mehr negative Spannung geben. Im hydraulischen Modell muß der Druck in der Kugel erhöht werden.

Will man dieses anschauliche Bild auf die Wirkungsweise eines Transistors übertragen, kommt man zu dem in *Bild 2* dargestellten Modell. Wieder findet man den Flüssigkeitsbehälter, der der Stromquelle entspricht, und ebenso das senkrechte Rohr als Abbild des Stromkreises. Die Steuerung arbeitet aber diesmal als eine Art Ventil, das, durch eine Feder angezogen, die Ausflußöffnung des Rohres verschließt. Solange der Hahn b im Steuerkreis geschlossen ist, bleibt auch das Ventil zu. Das bedeutet, daß durch den Transistor kein Strom fließt, solange auch kein Strom zwischen Basis und Emitter zustande kommt. Im Gegensatz zur Röhre, die bei einer Gitterspannung Null leitend wird, sperrt also ein Transistor, wenn man seine Basis mit dem Emitter verbindet.

Öffnet man jetzt den Hahn b, dann übt die aus dem engen Rohr ausfließende Flüssigkeit einen Druck auf das Ende des Ventils aus, worauf das dickere Rohr mehr oder weniger geöffnet wird und dem Hauptstrom einen entsprechenden Weg freigibt. Im Steuerkreis ist also nicht nur ein Druck sondern auch ein Flüssigkeitsverbrauch notwendig. Um einen Transistor zu steuern, braucht man gleichzeitig eine Spannung und einen Strom; die Steuerung ist folglich leistungsabhängig. Das ist ein wesentlicher Unterschied gegenüber einer Röhre, die nur spannungsabhängig gesteuert wird. —u

Nach: Radio TV, Paris, Nr. 131 vom Sept. 1957

Grundig-Tonbandgerät TK 5

Als dieses Tonbandgerät 1955 auf den Markt kam, erregte es Aufsehen, weil es trotz seiner soliden Konstruktion die 500-DM-Grenze unterschritt. Daß sich in dieser Preisklasse ein hochwertiges und absolut zuverlässiges Modell bauen läßt, beweisen die beachtlichen Absatzziffern. Bis heute wurden fast eine viertel Million Stück hergestellt, und im Herbst 1957 nahm Grundig ein neues Werk in Bayreuth in Betrieb, in dem täglich über tausend Stück der Type TK 5 gefertigt werden. Bei dieser Auflagenhöhe versteht es sich von selbst, daß das Gerät eine ungewöhnliche Serienreife erreicht hat. Das Studium seiner Konstruktionsmerkmale, insbesondere der Schaltung, vermittelt deshalb viele interessante Einzelheiten.

Das Laufwerk

Bei der Entwicklung des Laufwerkes *(Bild 2)* entschied man sich für die einfachere aber besonders zuverlässige *mechanische Steuerung*. Die gewichtsabhängigen Rutschkupplungen der beiden Bandteller kommen ohne Fühlhebel-Steuerung aus, weil die Friktion – und damit der Bandzug – zunimmt, wenn sich die betreffende Spule allmählich mit Band füllt. Im gleichen Sinn vermindern sich Gewicht der Spule und Friktion auf der Abwickelseite, so daß sich im Zusammenwirken mit dem Wickel-Durchmesser und der davon abhängenden Wickel-Geschwindigkeit auf einfachste Weise gleicher Bandzug über den gesamten Arbeitsbereich einstellt (26...28 g).

Die Bedienungsgriffe

Insgesamt sind fünf Bedienungsaggregate vorhanden. Links auf der Platine *(Bild 1)* sitzt ein Doppelpotentiometer mit einem Dreh- und einem Zug-Druckschalter. Von hier lassen sich folgende Vorgänge steuern: Netzhauptschaltung, Lautstärkeregelung für Aufnahme und Wiedergabe, Mithör-Lautstärkeregelung bei der Aufnahme, Klangregelung bei der Wiedergabe, Lautsprecher-Abschaltung. Das Dreifach-Tasten-Aggregat in der Mitte besorgt die Eingangs-Umschaltung (Mikrofon / Tonabnehmer / Rundfunkgerät), und mit dem rechten Funktionsschalter werden Halt, Umspulen, Wiedergabe und Aufnahme eingestellt. Oben hinter den Köpfen sitzt noch ein Umspulschalter, der das Werk mechanisch auf Vor- oder Rücklauf einstellt, und vorn halbrechts ist ein feststellbarer Schieber angebracht, der als Schnellstopvorrichtung wirkt und bei laufendem Motor den Bandtransport unterbricht (Abheben der Gummi-Andruckrolle).

Die Schaltung

Da für Aufnahme und Wiedergabe die gleichen Röhren und ein kombinierter AW(Hör-Sprech)-Kopf Verwendung finden, enthält das Schaltbild zahlreiche Umschaltkontakte. Es läßt sich deshalb nicht ganz leicht überblicken, so daß man sich zweckmäßig zunächst grob mit Hilfe der Blockschaltung *(Bild 3)* orientiert. Das Gitter der Vorverstärkerröhre EF 86 liegt in Aufnahmestellung über einen Dreifach-Umschalter (Drucktasten) an einem der drei Eingänge, bei Wiedergabe am AW-Kopf. Auf den anschließenden Hauptlautstärkeregler L folgt ein zweistufiger Entzerrer-Verstärker mit der Röhre ECC 81. Die zwischen den beiden Triodensystemen ein-

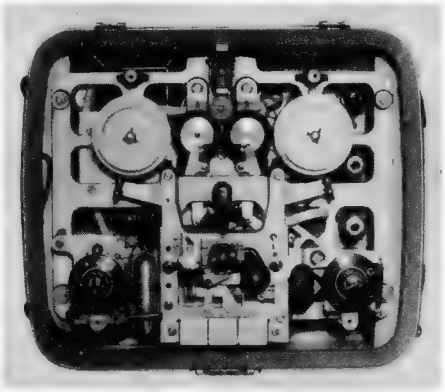


Bild 2. Draufsicht auf das Tonbandgerät TK 5 bei abgenommener Deckplatte

gefügten RC-Glieder Etz werden je nach Betriebsart des Verstärkers (A oder W) umgeschaltet, damit sie die gewünschten Frequenzkorrekturen bewirken.

Hinter der ECC 81 verzweigt sich die Ausgangsspannung nach vier Seiten. Sie gelangt bei der Aufnahme zum AW-Kopf, zur Anzeigeröhre EM 85 und über den Mithörregler LH, über den noch zu sprechen ist, zum Endverstärker EL 42 sowie zum Lautsprecher. Nach oben gezeichnet verzweigt sich die Tonspannung weiter zu der Ausgangsbuchse und zum Steckanschluß für das Radiogerät. Links unten im Schaltbild erkennt man den Hf-Oszillator (ca. 42 kHz), der den Löschkopf speist und die Hf-Vormagnetisierung für den AW-Kopf liefert.

Die Eingänge

Am hochohmigen Mikrofoneingang im Hauptschaltbild auf Seite 98 fällt zunächst das ungewohnte

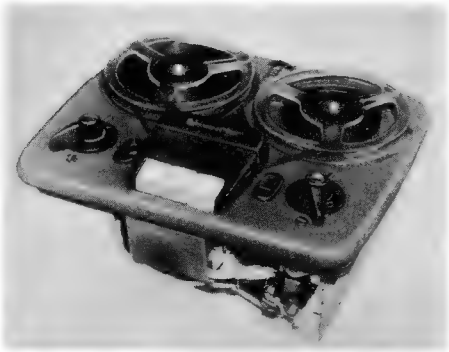


Bild 1. Das TK-5-Chassis fertig zum Einbau

Technische Daten

Bandgeschwindigkeit: 9,53 cm/sec

Spurlage: international

Spieldauer: Langspielband = 2 × 60 min
Standardband = 2 × 45 min

Spulen-Durchmesser: max. 15 cm

Frequenzumfang: 50...ca. 10 000 Hz

Störabstand: > 40 dB

Klirrfaktor max.: 5 %$_{tot}$ bei Vollaussteuerung mit 333 Hz

Gleichlaufabweichungen: ≤ ± 0,5 %

Stromart: 110, 125, 145, 165, 220 V ~

Leistungsaufnahme: Verstärker allein = 27 W
Aufnahme und Wiedergabe = 55 W
Vor- und Rücklauf = 95 W

RC-Glied R 10/C 35/R 45/R 44 auf, das an C 10 mit der Anodenspannungsquelle in Verbindung steht und die Eingangsklemme an Gleichspannung legt. R 44/R 45 setzen die rund 165 V auf etwa 90 V herab, die über R 10 an die Eingangsklemme gelangen. Diese Vorspannung dient zur Polarisation, falls ein Grundig-Kondensatormikrofon benutzt wird. Arbeitet man dagegen mit einem Tauchspulmikrofon, so bricht die Vorspannung über R 10 am Wicklungswiderstand des Mikrofonübertragers zusammen, ohne irgend eine nachteilige Wirkung auszuüben.

Bei den Eingängen „Radio" und „Platte" setzen entsprechende Spannungsteiler die Pegel auf die dem Mikrofon entsprechenden Werte herab. Interessant ist dabei die Art, wie der Anschluß „Radio" ausgelegt ist. Während an der Buchse 1 die Ausgangsspannung von der Empfänger-Diode ankommt, wird über Buchse 3 die Ausgangsspannung des Tonbandgerätes dem Nf-Teil des Emp-

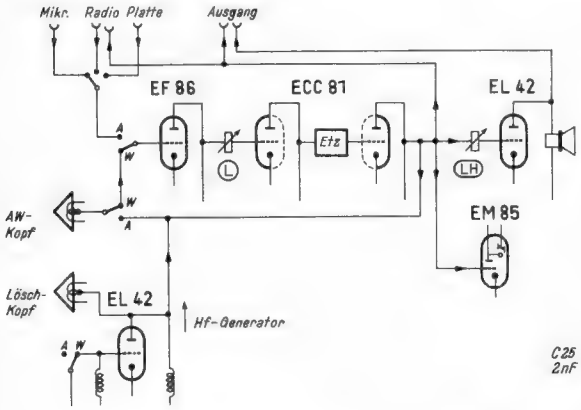


Bild 3. Blockschaltung des Aufnahme-Wiedergabeverstärkers

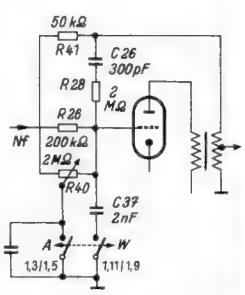


Bild 4. Schaltung des kombinierten Mithör- und Klangfarbereglers

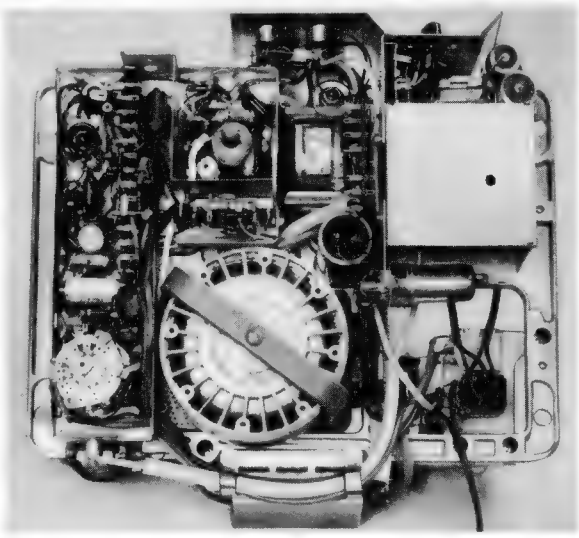
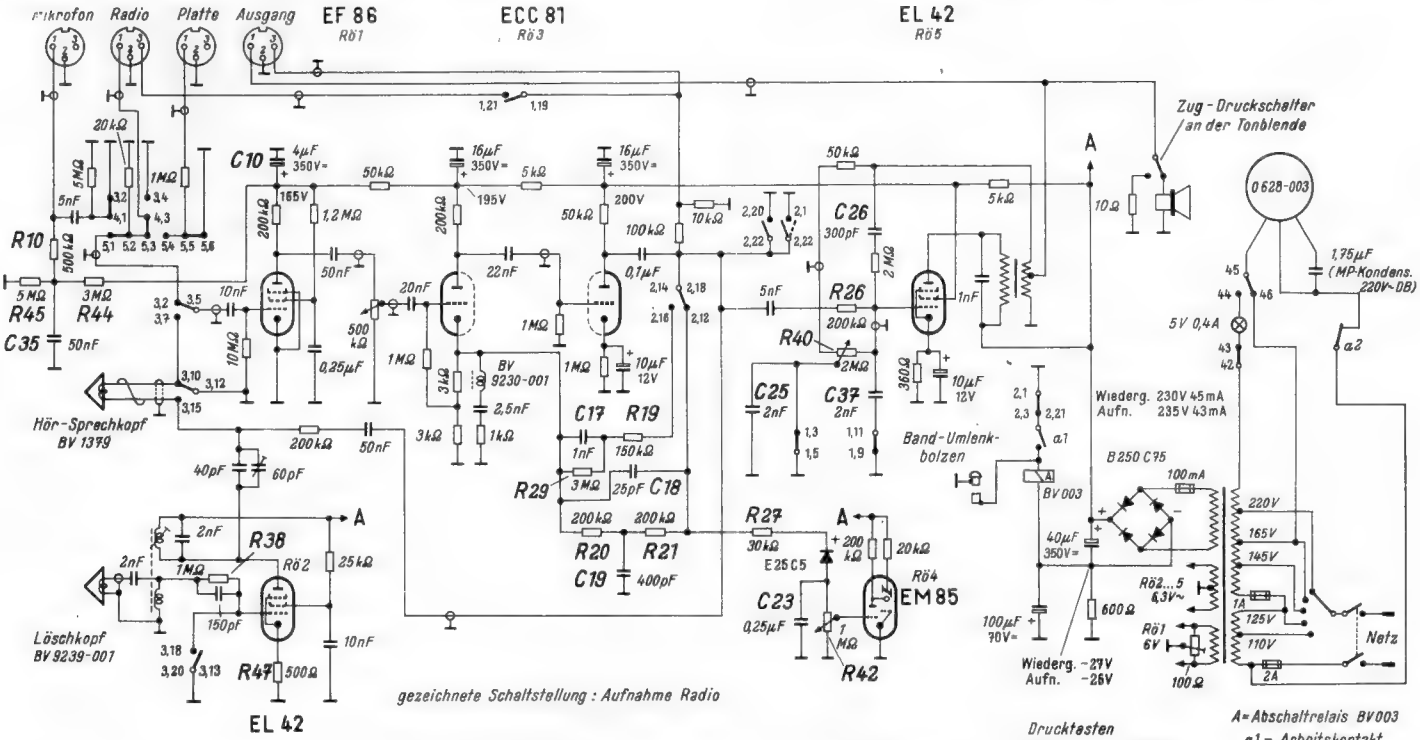


Bild 5. Unteransicht des aus dem Koffer herausgenommenen Chassis



Betriebsarten-Schalter

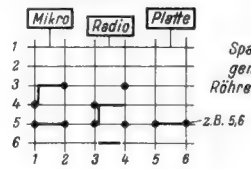
	1,3/1,5	1,9/1,11	1,19/1,21	2,16/2,18	2,22/2,1	2,22/2,20	2,12/2,14	2,1/2,3	2,14/2,16	2,7/2,9	2,7/2,5	2,21/2,1	3,18/3,20	3,12/3,15	3,10/3,12	3,5/3,7	3,5/3,2	3,13/3,18
◎ Aus	○		○	○	●								●	○				
◐ Schnellauf		○				●	○	●					●		○			
● Wiedergabe			●					●	●	○			●	●		●		○
◉ Aufnahme	●	●					●				○	●			●		●	

○ = Durch den Aufbau bedingte, geduldete Verbindung

Motor-Schalter

42/43	45/44	45/46
	●	
●	●	
●		●
●		●

Drucktasten



A = Abschaltrelais BV003
a1 = Arbeitskontakt
a2 = Ruhekontakt

Spannungen gegen Chassis gemessen mit Grundig Röhrenvoltmeter (R_E=30MΩ)

fängers zugeführt. Da zur Verbindung ein Kabel mit zwei abgeschirmten Adern benutzt wird, sind Aufsprech- und Wiedergabeleitung in einer einzigen Verbindungsleitung vereint. Der Schalter 1,21/1,19 ist bei der Aufnahme geöffnet, damit im angeschlossenen Rundfunkgerät keine unerwünschten Rückwirkungen über Streukapazitäten auftreten können.

Der Ausgang

An der Steckvorrichtung „Ausgang" stehen zwei verschiedene Wiedergabespannungen zur Verfügung. Zwischen Punkt 3 und Masse erhält man den gleichen Tonspannungswert (800 mV an 10 kΩ) wie an der Steckvorrichtung „Radio". Dieser Anschluß kommt vorzugsweise in Frage, wenn das Gerät TK 5 an eine Übertragungsanlage angeschlossen wird. Benutzt man dagegen Punkt 1 und Masse, so stehen 2 V an 5 Ω zur Verfügung. Mit anderen Worten, man kann einen größeren Außenlautsprecher speisen, allerdings nur mit der von der Röhre EL 42 gelieferten bescheidenen Sprechleistung von 1 Watt. Infolge der niederohmigen Verhältnisse läßt sich aber auch eine Übertragung über sehr lange Leitungen, etwa zum Steuern entfernt aufgestellter Kraftverstärker, durchführen.

Die Entzerrung

erfolgt über zwei getrennte Gegenkopplungskanäle von der Anode des zweiten ECC 81-Triodensystems auf die Katode der Vorröhre. Bei der Aufnahme sind die Kontakte 2,12/2,14 geschlossen und R 21/C 19/R 20/C 18 liegen im Gegenkopplungsweg. In Wiedergabestellung schließen sich 2,14/2,16, so daß die Gegenkopplung über R 19/R 29/C 17 zur Vorstufen-Katode gelangt.

Die Doppelfunktion des in Bild 3 mit LH und im Hauptschaltbild mit R 40 bezeichneten Reglers erklärt *Bild 4*. Bei Wiedergabe sind die beiden Schalterkontakte 1,3/1,5 und 1,11/1,9 offen. Der Regler R 40 wirkt in Verbindung mit C 25 als normale Tonblende (Höhenregler), die aber nur die Wiedergabe mit dem eingebauten Lautsprecher beeinflußt. Für die beiden anderen Ausgänge „Radio" und „Ausgang über Klemme 3" ist die Tonblende unwirksam, weil R 26 als Entkopplungswiderstand wirkt. Über 50 kΩ, 300 pF, 2 MΩ erhält die Endröhre eine Gegenkopplungsspannung aus der Lautsprecherwicklung des Ausgangsübertragers, die eine Brummkompensation hervorruft. In Schalterstellung Aufnahme (A) liegt der Schleifer des Reglers an Masse, so daß R 40 mit R 26 einen Spannungsteiler bildet. Je weiter rechts der Schleifer steht, um so mehr Tonspannung bricht an R 26 zusammen und um so leiser wird die Lautsprecher-Wiedergabe während der Aufnahme. R 26 sorgt auch jetzt dafür, daß die Reglerstellung keinen Einfluß auf die vorhergehenden Röhren ausübt. Der 2-nF-Kondensator C 37 macht im Wiedergabelautsprecher die Aufnahme-Vorentzerrung rückgängig, damit man beim Mithören keinen falschen Klangeindruck bekommt.

Die Aussteuerungsanzeige

mit der Röhre EM 85 ist in ihrer Wirkungsweise hinreichend bekannt. Über die Kontakte 2,12/2,14 in der Gesamtschaltung gelangt in Schalterstellung „Aufnahme" Tonspannung über R 27 an einen Kleingleichrichter E 25 C 5, der an dem RC-Glied R 42/C 23 eine Gleichspannung erzeugt. Mit dieser werden die Leuchtsektoren lautstärkeabhängig gesteuert. R 42 wird im Werk so eingestellt, daß sich bei Vollaussteuerung die Sektoren gerade schließen.

Im Hf-Oszillator (linke Röhre EL 42) fallen dem Katodenwiderstand R 47 zwei Aufgaben zu. Bei geöffnetem Schalter 3,18/3,20 („Aufnahme") entsteht eine Stromgegenkopplung, die unerwünschte Oberwellen stark unterdrückt. Die richtige Gittervorspannung stellt sich dabei in bekannter Weise durch Gitterstrom automatisch an R 38 ein. Wird dagegen bei der Wiedergabe der Gitterkreis mit den beiden Schalterkontakten kurzgeschlossen, begrenzt R 47 den Anodenstrom auf den zulässigen Wert. Weil die Hf-Schwingungen abreißen, kann nämlich an R 38 kein Spannungsabfall mehr erfolgen.

Die Band-Endabschaltung

Interessant ist schließlich im Motorstromkreis, wie die automatische Band-Endabschaltung arbeitet. Sobald die Metallfolie am Bandende den rechten Umlenkbolzen passiert, schließt sie einen Kontakt. Der Bolzen ist nämlich quer zu seiner Achse halbiert, das heißt zwischen Unter- und Oberteil befindet sich eine isolierende Zwischenlage. Der Bolzen-Oberteil liegt an Masse, der Unterteil steht mit dem Selbsthalterelais A in Verbindung. Die Metallfolie schickt beim Vorbeigleiten einen Stromstoß durch A. Das Relais zieht sofort an und sein Kontakt a 1 hält es in Arbeitsstellung fest. Gleichzeitig schaltet a 2 den Motor ab. Das Relais fällt erst dann wieder in Ruhestellung zurück, wenn man den Funktionsschalter auf „Aus" gestellt hat. Weil man das ohnehin beim Bandwechsel tut, braucht man hierauf nicht besonders zu achten.

Beim schnellen Vor- und Rücklauf erhält der Motor Überspannung aus dem Netztransformator, und zwar über die Kontakte 44/45. Gleichzeitig leuchtet eine rote Warnlampe auf. Sie erinnert daran, daß man diese Betriebsweise nicht allzu lange ausdehnen darf, damit keine unzulässige Erwärmung auftritt.

Fritz Kühne

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

UKW-Oszillator setzt aus

Bei einem Rundfunkgerät war im UKW-Bereich einwandfreier Empfang nur am äußersten Ende des Frequenzbereiches (Kanal 41) möglich, während alle anderen Kanäle völlig tot blieben. Die Untersuchung ergab, daß das Gerät vom 1. Zf-Filter an einwandfrei arbeitete. Der Fehler lag also im eigentlichen UKW-Baustein, der mit zwei Röhren EC 92 bestückt war. Eine Kontrolle des Oszillators mit dem Frequenzmesser ergab, daß die Amplitude der Oszillatorspannung beim Durchdrehen des Abstimmkondensators vom Kanal 40 an nach unten kontinuierlich kleiner wurde, um etwa ab Bandmitte gleich Null zu werden. Merkwürdig war hierbei die Tatsache, daß kein ruckartiges Abreißen der Oszillatorschwingung eintrat, wie dies gelegentlich bei Schwinglöchern auftritt.

Eine genaue Kontrolle aller im Oszillatorkreis liegenden Schaltelemente erwies diese als einwandfrei. Zufällig wurde aber beobachtet, daß die Schwingung sofort voll einsetzte, wenn der Ankopplungskondensator von 50 pF zur Vorstufe abgelötet wurde. Damit war erwiesen, daß die Vorstufe den Oszillator so stark bedämpfte, daß die Schwingung aussetzte. Es blieb aber noch zu klären, warum dies nicht auch am Ende des Bandes geschah. Mit anderen Worten, die Dämpfung mußte frequenzabhängig sein!

Auch in der Vorstufe waren sämtliche Schaltelemente einwandfrei. Plattenschluß oder schlechte Kontaktgabe am Drehkondensator lagen nicht vor. Schließlich zeigte es sich, daß die Lötfahne des Stators mit dessen Platten keinen Kontakt besaß, und zwar infolge einer kalten Lötstelle. Ein Fehler, der äußerst selten auftritt.

Die Erklärung der Folgen dieses Fehlers mag interessant sein: Am Bandende liegt die Resonanzfrequenz des Vorkreises (Drehkondensator ausgedreht) auf 100 MHz. Auf dieser Frequenz bleibt der Kreis stehen, da ja der Drehkondensator nicht beteiligt ist. Wird nun der Oszillator gegen den Anfang des Bandes abgestimmt, gelangt seine Frequenz mehr und mehr in den Resonanzbereich des Vorkreises, um bei 99,3 MHz auf gleicher Frequenz zu arbeiten (99,3 + 10,7 = 100 MHz), da ja der Oszillator um 10,7 MHz gegenüber dem Vorkreis höher läuft. Der Vorkreis wirkt dann als Saugkreis und entzieht dem Oszillator soviel Energie, daß dieser aussetzt. Ernst Nieder

Entstörung von Leuchtstoffröhren

In der FUNKSCHAU 1957, Heft 17 wurde auf Seite 493 die Entstörung von Leuchtstoffröhren erörtert. Darin ist ein Entstörungsvorschlag skizziert, bei dem die Leuchte mit insgesamt 0,4 µF gegen Masse beschaltet wird.

Zu diesem Vorschlag wäre zu bemerken, daß er nach den VDE-Vorschriften (VDE 0875/11.51 § 16 Tafel 2) völlig unzulässig ist. Bei einer derartigen Beschaltung ist durch den außerordentlich hohen Berührungstrom beim Berühren der metallischen Armaturen der Leuchten sicher mit Unglücksfällen, bei empfindlichen Personen mit Lebensgefahr, zu rechnen.

Um eine Zulässigkeit der empfohlenen Entstörschaltung zu erreichen, müßte mindestens vorgeschrieben werden, daß die Leuchte genullt wird. Die Schutzerdung allein ist gemäß der genannten Entstörvorschrift nicht ausreichend. Die jahrelange Erfahrung zeigt im übrigen, daß es auch durchaus Wege gibt, Leuchtstofflampen netzseitig unter Berücksichtigung der genannten VDE-Vorschrift bei Verwendung kleinerer Entstör-Kondensatoren und zusätzlicher Einschaltung von Entstör-Drosseln ausreichend zu entstören. Vorschläge hierzu enthalten die Druckschriften der Hersteller von Entstörmaterial. So werden z. B. in dem Siemens-Sonderdruck „Die Entstörung von Niederspannungs-Leuchtstofflampen" solche Schaltungen angegeben. Dipl.-Ing. M. Bier

Prüfgerät für Windungskurzschlüsse

Ältere Transformatoren, Drosseln oder Spulen haben oft Windungskurzschlüsse, die bei einer einfachen Durchgangsprüfung nicht erkannt werden können, die die Verwendungsmöglichkeit der Bauteile aber doch wesentlich einschränken oder ganz zunichte machen.

In *Bild 1* ist die Schaltung eines einfachen Prüfgerätes für derartige Kurzschlüsse gezeigt. Als Einzelteile für das Gerät werden benötigt: Ein Eisenkern, bestehend aus Dynamoblechen, mit den Maßen 11 × 14 × 70 mm, ein dazu passender Spulenkörper aus Hartpapier mit den äußeren Abmessungen von etwa 60 × 60 × 20 mm, auf dem Spulenkörper eine Wicklung von 4500 Windungen aus 0,16 mm starkem Kupfer-Lackdraht, sowie ein Wechselstrom-Amperemeter bis etwa 40 mA Maximalausschlag. Der Eisenkern wird, soweit er aus der Spule herausragt, noch mit einer Umhüllung aus festgeleimten Papierlagen oder Tesafilm versehen. Das fertige Gerät zeigt *Bild 2*.

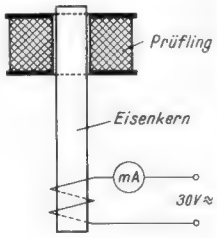


Bild 1. Die Schaltung des Prüfgerätes mit aufgestecktem Prüfling

Rechts: Bild 2. Der einfache Aufbau des Gerätes

Bei der Prüfung wird das Gerät über einen Transformator mit etwa 30 V Sekundärspannung an das Wechselstromnetz geschaltet. Dabei zeigt das Amperemeter einen bestimmten Ausschlag. Er darf sich nicht verändern, wenn nach Bild 1 ein Prüfling über das obere Ende des Eisenkernes geschoben wird. Steigt der Strom an, so besteht im Prüfling ein Windungsschluß, dessen Kurzschlußstrom zusätzlich Energie verbraucht. Allerdings erfordert die Netzfrequenz von 50 Hz einen relativ hohen Energieentzug, um eine Anzeige zu bewirken.

Wesentlich genauer arbeitet das Gerät, wenn es mit einer höheren Frequenz (etwa 800...1000 Hz) und in einer Meßbrückenschaltung betrieben wird. Die höhere Frequenz kann aus einem Multivibrator gewonnen werden. Bei einem Mustergerät, das mit einer derartigen Frequenz und einem Amperemeter von 500 µA Vollausschlag betrieben wurde, konnten selbst Kurzschlüsse zwischen nur ein bis zwei Windungen entdeckt werden.

Beim Reparieren von defekten Wicklungen erweist sich das Verfahren als besonders vorteilhaft. Kurzschlüsse entstehen bekanntlich oft durch so winzige Lackbeschädigungen, daß sie mit dem Auge nicht immer sofort erkannt werden. Deshalb ist man nie gewiß, ob man schon die defekte Stelle heruntergewickelt hat. Öfteres Nachprüfen mit dem Gerät läßt dies aber sofort erkennen. Walter Schöps

Fernseh-Service

Bildvergrößerung bei zurückgeregelter Helligkeit

An einem älteren Fernsehempfänger zeigte sich folgender interessante Fehler: Bei Betätigung des Helligkeitsreglers wurde das Bild größer und zwar so, wie bei Betätigung der Gummilinse an der Fernsehkamera. Die Karo eines Schachbrettmusters konnten bis auf die doppelte Größe gedehnt werden, wobei die Helligkeit langsam abnahm und schließlich das Bild zum Verschwinden kam.

Bei der Überprüfung des Helligkeits-Potentiometers und der Verbindungen zur Bildröhre zeigte sich kein Fehler. Es wurde nun, da kein Meßgerät zur Verfügung stand, die Hochspannung einem anderen Fernsehgerät entnommen und über eine Prüfschnur zugeführt. Nun zeigte sich ein normal gutes Bild. Der Fehler mußte demnach in der Hochspannungsversorgung zu suchen sein. Der Zeilentransformator kam nicht in Betracht, da das Zeilenraster in Ordnung war. Es blieb nur noch die Hochspannungsdiode EY 51 als Fehlerquelle. Nach Austausch dieser Gleichrichterröhre war der Fehler behoben. Die alte Hochspannungsdiode war am Ende ihrer Lebensdauer und hatte einen hohen Innenwiderstand angenommen.

Wenn Ela: dann PHILIPS ELA

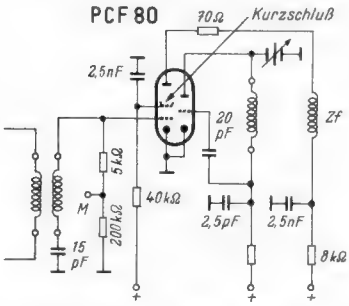
PHILIPS

Erfahrene Ingenieure stehen Ihnen in unseren Niederlassungen unverbindlich zur Verfügung

Der Fehler kam auf folgende Weise zustande: Beim Aufdrehen des Helligkeitsreglers wird der Strahlstrom der Bildröhre erhöht. dies bedeutete jedoch auch einen größeren Spannungsabfall am Innenwiderstand der EY 51 und damit eine Verkleinerung der gesamten Hochspannung. Wie jeder Praktiker vom Oszillografen her weiß, ergibt eine kleinere Anodenspannung eine Vergrößerung der Ablenkempfindlichkeit bei verminderter Helligkeit, also wird bei gleichbleibender Ablenkamplitude der Leuchtpunkt auf dem Bildschirm weiter ausgelenkt, sobald die Hochspannung kleiner wird. Da bei diesem Fehler die Ablenkspannungen in horizontaler und vertikaler Richtung vollkommen in Ordnung waren und lediglich die Anodenspannung der Bildröhre bei Betätigung des Reglers kleiner wurde, ergab sich dieser Gummilinsen-Effekt. Arno Wittig

Zu geringer Kontrast wegen Kurzschluß in der Mischröhre

Bei einem Fernsehempfänger reichten Schärfe und Kontrast des Bildes nicht mehr aus. Eine Überprüfung des Gerätes ergab zunächst eine Verstimmung des Oszillators. Sein Abgleich brachte jedoch nicht den erwarteten Erfolg. Das empfangene Testbild zeigte zwar nun keine Einbuße an Schärfe und Auflösung, aber sein Kontrast reichte trotz voll aufgedrehtem Kontrastregler nicht aus. Unser Fernsehsender, der mit ca. 50 mV hier einfällt, war lediglich mit einer Zimmer- oder Außenantenne zu empfangen. Ohne Antenne waren weder Anzeichen eines Fernsehbildes, noch das sonst übliche Rauschen zu sehen. Die Symptome ließen zunächst auf einen Fehler im Zwischenfrequenzverstärker schließen. Da jedoch sämtliche Betriebsspannungen in der vorgeschriebenen Höhe vorhanden waren, wurde der Zf-Verstärker an einen Wobbler angeschlossen. Die nun aufgenommene Durchlaßkurve entsprach genau dem Sollwert, wodurch bewiesen war. daß der Zf-Verstärker einwandfrei arbeitete.



Durch einen im heißen Zustand auftretenden inneren Kurzschluß in der Mischröhre PCF 80 lag an deren Gitter die volle Schirmgitterspannung, wodurch die Kontrastregelung eingeengt wurde

Es blieb also für den Fehler lediglich der Tuner übrig. Eine Aufnahme der Durchlaßkurve des Zf-Verstärkers mit Tuner bestätigte dies. Durch das Hinzuschalten des Tuners trat eine Dämpfung von etwa 1 : 2 auf. Die Überprüfung der mit der Röhre E 88 CC ausgestatteten Vorstufe war erfolglos. Sie arbeitete einwandfrei. Auch die Betriebsspannungen der Mischstufe waren in der richtigen Höhe vorhanden.

Eine nun vorgenommene Prüfung der Oszillatoramplitude brachte ein überraschendes Ergebnis. Am Testpunkt des Spannungsteilers am Gitter der Mischröhre lag eine hohe positive Spannung, die fast den Wert der Schirmgitterspannung erreichte. Eine Messung direkt am Gitter der Röhre zeigte, daß hier die volle Schirmgitterspannung der Röhre lag. Die Röhre bekam also im heißen Zustand Schluß zwischen Schirmgitter und Gitter *(Bild)*.

Ein Auswechseln der Röhre PCF 80 und ein nochmaliger Oszillatorabgleich ließen das Gerät wieder einwandfrei arbeiten.

Walter Schlink

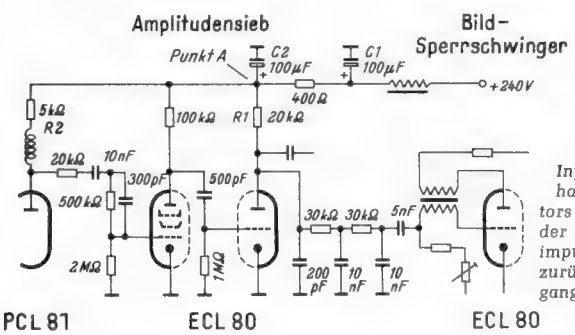
Das Bild ist nicht zu synchronisieren

Bei einem Fernsehgerät war das Bild nicht zu synchronisieren. Betätigte man den Bildfrequenzregler, so bemerkte man, daß das Bild zwar einrastete, aber sofort wieder aus dem Takt fiel.

Eine Messung der Spannungen und die Überprüfung der Schaltelemente an den Röhren ECL 80 im Synchronisier- und Bildablenkteil *(Bild)* erbrachten keinen Hinweis auf einen möglichen Fehler. Auch die Untersuchung der Impulse zeigte, daß diese bis zum Sperrschwinger nicht verformt waren. Das Oszillogramm an der Anode des Sperrschwingers jedoch ergab, daß der Synchronisationsimpuls nicht in seine Lücke zu bekommen war. Durch einen Zufall wurde nun mit der Tastspitze des Oszillografen der Punkt A vor dem 20-kΩ-Widerstand R 1 berührt, und mit Überraschung wurde festgestellt, daß der Bildsynchronisationsimpuls dort noch zu erkennen war. Die Fehlerursache mußte also im Elektrolytkondensator C 2 (100 µF) liegen, nach dessen Auswechseln das Gerät einwandfrei arbeitete.

Durch die fehlende Kapazität dieses Kondensators war der Impuls über die Widerstände R 1 und R 2 zurück an die Anode der Video-Endröhre und damit noch einmal an das Amplitudensieb gelangt.

Gerhard Gebauer



Infolge des schadhaften Kondensators C 2 gelangte der Bild-Synchronimpuls nochmals zurück zum Eingang des Amplitudensiebes

Poliersilber und Leitlacke

In der Hochfrequenztechnik ist es oft notwendig, keramische Massen, Glimmer, Quarz, Glas, Kunststoffe oder Papier mit leitenden Überzügen zu versehen. Für diesen Zweck steht eine Reihe von Silber-, Gold- und Platinpräparaten zur Verfügung, die jeweils ganz bestimmten Verwendungen angepaßt sind. Wo die Präparate auf Keramik aufgebracht werden sollen, ist ein Einbrennprozeß erforderlich, dessen Temperatur sich nach dem Material bzw. seiner eventuellen Glasur richtet. Bei Kunststoffen werden sie dagegen wie gewöhnliche Lacke verarbeitet. Bemerkenswert ist, daß die eingebrannten Silberüberzüge mit Weichlot gelötet werden können.

Für Porzellan und keramische Sondermassen hat die *Degussa* das Präparat *Poliersilber 103* als Standardprodukt herausgebracht, das in flüssiger Form mit dem Pinsel, der Spritzpistole oder durch Tauchen aufgebracht wird. Zum Auftrag auf Röhrchen (Rohrkondensatoren) wurden Typen mit höherer Viskosität, *Poliersilber 112* und *103 spezial*, geschaffen. Für Glas kommen Poliersilber 178 L und 281 L in Betracht. Für den Schablonendruck stehen Silberpasten verschiedener Art zur Verfügung.

Auf Glimmerunterlage werden *Argalvan G* zur Herstellung von Glimmerkondensatoren und *Poliersilber 103* für besonders dicken Silberbelag verwendet. Spezial-Glimmerkondensatoren werden mit *Glanzgold 541/12 %* und *20 %* hergestellt. Auf Quarzkristalle (Schwingquarze) wird Poliersilber 178 L bei Temperaturen von 500...520° C aufgebrannt.

In vielen Fällen erweist sich eine nachträgliche galvanische Verstärkung der aufgetragenen Schichten als notwendig. Die für einen solchen Prozeß geeigneten Unterlagen sind u. a. *Poliersilber 110 N*, *Poliersilber 115 B* und *Argalvan II*. Für schwache galvanische Verkupferung zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit beim Löten ist auch *Poliersilber 103* geeignet. Soll die galvanische Verstärkung auf Glas aufgebracht werden, ist *Poliersilber 178 E* zu verwenden. Für alle Galvanisierungen wurden besondere Anweisungen ausgearbeitet, die bei einigen Präparaten ein vorheriges Aufrauhen der Schichten verlangen.

Leitlacke für Kunststoffe, Papier und dergleichen kommen überall dort in Frage, wo bei Zimmertemperaturen gearbeitet werden kann. *Leitsilber 200* ist ein flüssiger, fertiger Leitlack, der beispielsweise zur Herstellung von Abschirmungen verwendet wird. Eine Verbesserung der Leitfähigkeit solcher Lacke bis zu 50 % läßt sich durch eine etwa einstündige Wärmebehandlung bei ca. 125° C erzielen. Leitsilber 200 kann mit einem besonderen Überzugslack gegen Anlaufen und mechanische Einwirkung geschützt werden. Eine ganze Anzahl von Leitsilber-Qualitäten wird für Sonderzwecke hergestellt, die sich durch den Silbergehalt, das Lösungsmittel und den verwendeten Harzanteil unterscheiden. Eine elektrisch leitende Kittverbindung ergibt nach dem Härten, das je nach der Temperatur von Zimmerwärme bis 200° C zwischen 5 Minuten bis zu 36 Stunden dauert, der *Leitsilberkitt 251*.

Mit der *Silberbronze F 14*, einem hundertprozentigen Silberpulver in Blättchen-(Flitter-)form, kann man leitende Lacke selbst ansetzen oder auch Puderschichten auftragen. In ähnlicher Weise wird die zu 88 % aus Silber bestehende *Silberpaste 14* verwendet, die mit Äthylalkohol angeteigt ist.

Sonderpräparate sind: *Poliersilber 174 N*, *217* und *242 L* zur Herstellung besonders dicker Silberschichten hoher Haftfestigkeit; *Poliersilber 242 L* ist ein hochprozentiges, flüssiges Silberpräparat, das besonders starke Silberauflagen in einem Brand zuläßt und insbesondere für Lötzwecke dient. Es kann in einigen Fällen mit niedrig schmelzendem Silberlot gelötet werden. *Poliersilber 108* und *178 L* sind flüssige Präparate etwa für den Auftrag auf Aluminium und zunderbeständigen Stahl.

Bei der Verarbeitung all dieser Präparate ist beim Brand zu beachten, daß deren organische Bestandteile zu Beginn des Brandes in der Muffel Dämpfe entwickeln. Die Muffel muß deshalb bis zur Erreichung von etwa 450° C offen gehalten werden, damit diese Dämpfe entweichen können. Bei Tunnelöfen mit größerer Beschickung muß für künstliche Belüftung im Gegenstrom gesorgt werden. Dabei ist darauf zu achten, daß die Atmosphäre während des ganzen Brennprozesses oxydierend bleibt, also genügend Sauerstoff enthält; auch dürfen die Gegenstände nicht direkt in die heiße Muffel eingebracht werden. Ihre Erwärmung bis zur Brenntemperatur hat ganz allmählich zu erfolgen.

Beim Löten auf der Poliersilberschicht ist darauf zu achten, daß der Lötvorgang möglichst rasch vorgenommen wird. Dabei darf der Lötkolben selbst nicht zu heiß sein. Als Lot wird gewöhnlich das Zinn-Blei-Eutektikum (etwa 2 Teile Zinn und 1 Teil Blei), evtl. noch unter Zusatz von etwa 10 % Cadmium, verwendet. Als Flußmittel dient Kolophonium.

Dicken die Präparate während der Verarbeitungszeit ein oder liegen besondere Verarbeitungsbedingungen vor, stehen mehrere Verdünnungsöle für ihre Auffrischung zur Verfügung. —u

(Nach Mitteilung Nr. 10 „Edelmetall-Präparate für die Elektro-Industrie" der Degussa, Frankfurt/M.)

Persönliches

Prof. Hans Rukop wurde 75 Jahre alt

Am 27. Januar beging Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. Hans Rukop seinen 75. Geburtstag. Sein Name ist untrennbar mit der Entwicklung der drahtlosen Nachrichtentechnik und hier speziell mit der der Hochvakuum-Elektronenröhre und den ersten wassergekühlten Senderöhren verknüpft. Der gebürtige Oberschlesier trat nach seinem Studium in Greifswald und Breslau und nach einigen Assistentenjahren an den Technischen Hochschulen Greifswald, Danzig und München (hier bei Geheimrat J. Zenneck) am 1. Februar 1914 bei Telefunken ein, um sich als Laborvorstand vorzugsweise den Röhren zu widmen. 1927 folgte er einem Ruf der Universität Köln als ord. Professor und Leiter des Instituts für technische Physik. Er arbeitete dort in erster Linie an der Erforschung der Ionosphäre und der Konstruktion der dafür notwendigen Einrichtungen. 1933 ging Prof. Rukop als Vorstandsmitglied zu Telefunken zurück. In der schweren Zeit nach 1945 hat er seiner Firma unschätzbare Dienste beim Wiederaufbau geleistet. 1950 trat Prof. Rukop in den Ruhestand; seither ist er der Herausgeber der „Telefunken-Zeitung", die entgegen ihrem Namen eine *Zeitschrift* von hohem wissenschaftlichem Rang ist.

Prof. Rukop bekam 1950 von der Technischen Hochschule Braunschweig die Würde eines Dr.-Ing. e. h. verliehen; 1933 und 1954 zeichnete ihn die Universität Göttingen mit der Gauß-Weber-Medaille aus, und 1953 erhielt er das Große Verdienstkreuz der Bundesrepublik sowie 1955 die Diesel-Medaille in Gold und die Philip-Reis-Plakette des Bundespost*ministeriums*.

Der erfolgreiche Leiter des Geschäftsbereiches Geräte der Telefunken GmbH, **Direktor Kurt Nowak,** feierte am 19. Januar seinen 50. Geburtstag. Er gehört der Firma seit 1929 an, und nach dem Kriege hat der dynamische, äußerlich so ruhig wirkende Kaufmann zuerst die Geschäftsstelle Berlin geleitet, ehe er von Hannover aus die Auslandsbeziehungen wieder anknüpfte. Heute ist Kurt Nowak verantwortlich für alles, was mit Rundfunk-, Fernseh-, Phono- und Tonbandgeräten zusammenhängt; seinen Fähigkeiten entsprechend hat ihn die Geschäftsleitung zum Generalbevollmächtigten ernannt.

Am 16. Januar wurde der Technische Direktor des Westdeutschen Rundfunks, **Karl Schulz,** 60 Jahre alt. 1914 trat er in die Dienste der Deutschen Reichspost und ging 1929 zur NORAG, um deren Nebensender Hannover zu leiten, ehe er in das Hamburger Sendehaus überwechselte. Seit 1946 zeichnete er als Technischer Leiter für das Funkhaus Köln des NWDR verantwortlich, und nach Gründung des Westdeutschen Rundfunks (WDR) wurde er dessen Technischer Direktor.

Der Aufsichtsrat der Körting Radio-Werke GmbH wurde neu gewählt. Er setzt sich jetzt aus den Herren **Dr. Dr. Lothar Rohde** als Vorsitzer, Rechtsanwalt **Dr. W. Korn,** Bankdirektor **E. J. Prössl** (alle München) und Direktor **E. Kämpfer,** Hamburg, zusammen.

In den Saba-Werken, Villingen, sind die Herren **Rudolf Föhrenbach** (allgem. Verwaltung), **Dr. Hans Meyer-Oldenburg** (Verkauf), **Emil Schanz** (Einkauf) und **Dr.-Ing. Walter Schnabel** (Technik) zu Fabrikdirektoren ernannt worden; Prokura wurde den Herren **Georg Lauterbach** (Kundendienst) und **A. Gerhard Niemann** (Verkaufsförderung) erteilt.

Dr. Karl Immendorf (früher Konstruktionschef der Firma Perpetuum-Ebner in St. Georgen) wurde zum Technischen Leiter des neuen Saba-Zweigwerkes für Einzelteilefertigung berufen, das außerhalb des Landkreises Villingen errichtet wird.

Konstantin Danner, Inhaber der gleichnamigen Firma für Studiobedarf, Dämpfungsregler, Sonder-Meß- und Prüfeinrichtungen, Berlin-Schöneberg, begeht am 24. Februar das 25jährige Bestehen des von ihm gegründeten Unternehmens.

Aus der Industrie

Ein 3-cm-Schiffsradargerät wurde am 31. Januar auf dem Starnberger See bei München von der Firma G. Haeberlein vorgeführt. Das Gerät wird von G. Haeberlein unter Lizenz der Firma Derveaux, Paris, hergestellt. Das vorgeführte Gerät arbeitet auf 9375 MHz mit einer Impulsleistung von 7 kW. Es besitzt fünf Bereiche, 1 nM, 2,5 nM, 5 nM, 10 nM und 20 nM. Die Antenne, die mit Antriebs- und Gleichlaufvorrichtung, Magnetron-Sender, Sender-Empfängerweiche, Klystron-Empfänger und Zf-Verstärker eine Einheit bildet, dreht sich mit 15 U/min.

Bei der Versuchsfahrt wurden die Seeufer und Hafenanlagen im 1 nM-Bereich klar dargestellt. Im 20 nM-Bereich zeichnete sich nicht nur der See deutlich ab, sondern auch das südlich von Seeshaupt liegende Gebirge erschien auf dem Radarschirm. Das Gerät ist mit Nah-Echo-Unterdrückung (Sensitivity Time Control) und mit Lang-Echo-Unterdrückung (Fast Time Control) ausgestattet, was die Unterdrückung von Nahzielen und Echos, die durch Wolken, Regen oder Wasser herrühren, erlaubt.

Magnetophon als Warenzeichen eingetragen. Für Telefunken wurde das Wort „Magnetophon" als Warenzeichen Nr. 707 086 in die Warenzeichen-Rolle eingetragen. Das Patentamt hat damit anerkannt, daß das Wort „Magnetophon" nicht Beschaffenheitsangabe ist, sondern Kennzeichnungskraft für aus einem bestimmten Betrieb stammende Magnetton-Gerät hat. Nur die von Telefunken hergestellten Tonbandgeräte dürfen unter der Bezeichnung „Magnetophon" auf den Markt gebracht werden. – Dasselbe gilt sinngemäß auch für sämtliche Veröffentlichungen.

Type	Korbform	Äußere Abmessungen mm	Einbautiefe mm	Spaltinduktion in Gauß (max.)
LPF 915/19/70	oval*)	95/155	33	7000
LPF 1318/19/70	oval*)	130/180	40	7000
LPF 1318/19/85	oval*)	130/180	40	8500
LPF 1521/19/70	oval*)	153/213	57	7000
LPF 1521/19/85	oval*)	153/213	57	8500
LPF 180/19/70	rund	180	44	7000
LPF 180/19/85	rund	180	44	8500

*) RETMA-Form

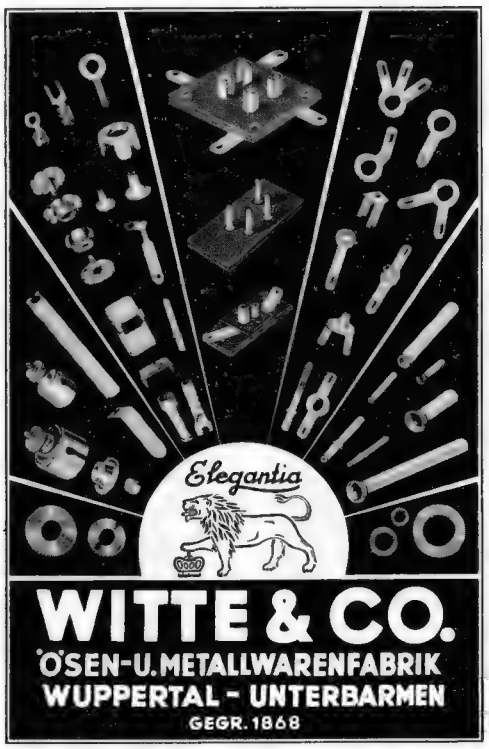
Lorenz-Flachlautsprecher

sparen Raum, weil ihre Einbautiefe nur gering ist. Im Klang jedoch bieten sie wieder alle Fülle und Feinheit, die Lorenz-Lautsprecher so unverkennbar machen.

Verlangen Sie unser Techn. Datenblatt Nr. 069-01-6

LORENZ

C. Lorenz Aktiengesellschaft Stuttgart



UKW-Einbausuper W 5100
5 Röhr., 10 Kreise, EC 92, ECC 85, EF 89, EF 89, EB 91; **DM 99.40**
Ing.-Büro Valett, Hamburg-Flottbek, Baron-Voght-Straße 2

NEUHEIT!
Altgeräte-Bücher
Muster frei
RADIO-VERLAG EGON FRENZEL KG
Postfach 354
Gelsenkirchen

Schwingquarze
von 800 Hz bis 50 MHz
kurzfristig lieferbar!
Aus besten Rohstoffen gefertigt · In verschiedenen Halterungen und Genauigkeiten Für alle Bedarfsfälle
M. HARTMUTH ING.
Meßtechnik · Quarztechnik
Hamburg 36

Liefert alles sofort und preiswert ab Lager

Lieferung nur an Wiederverkäufer!

Preiskatalog wird kostenlos zugesandt!

GROSSVERTRIEB
Radioröhren-Import-Export

Hamburg-Altona
Schlachterbuden 8

Ruf-Nummer 312350
Telegramm-Adresse: Expreßröhre Hamburg

Hochspannungs-Generatoren

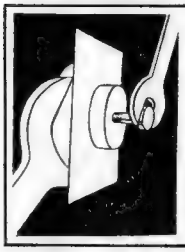
in Kleinstausführung

für primär 1,5 ÷ 24 V Gleichspannung (Netzanschluß auf Wunsch) bei kleinster Stromaufnahme,

sekundär 500 - 20000 V Gleichspannung, fest und variabel,

geeignet u. a. für Geigerzähler, Nachbeschleuniger für Oszillografen und Elektronenoptiken usw. baut in jeder Stückzahl.

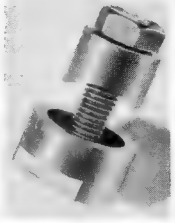
ELTRO GMBH & CO, GESELLSCHAFT FÜR STRAHLUNGSTECHNIK
FORSCHUNGSINSTITUT HEIDELBERG

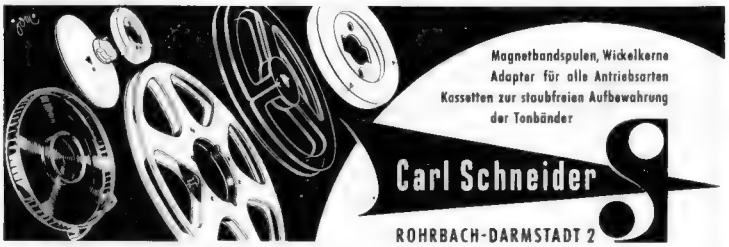


REKORDLOCHER

In 1½ Min. werden mit dem REKORD-LOCHER einwandfreie Löcher in Metall und alle Materialien gestanzt. Leichte Handhabung - nur mit gewöhnlichem Schraubenschlüssel. Standardgrößen von 10-61 mm ⌀, DM 7.50 bis DM 35.–.

W. NIEDERMEIER · MÜNCHEN 19
Nibelungenstraße 22 - Telefon 67029





IHR WISSEN = IHR KAPITAL!

Radio- und Fernsehfachleute werden immer dringender gesucht:

Unsere seit Jahren bestens bewährten

RADIO- UND FERNSEH-FERNKURSE

mit Abschlußbestätigung, Aufgabenkorrektur und Betreuung verhelfen Ihnen zum sicheren Vorwärtskommen im Beruf. Getrennte Kurse für Anfänger und Fortgeschrittene sowie Radio-Praktikum und Sonderlehrbriefe.

Ausführliche Prospekte kostenlos.

Fernunterricht für Radiotechnik
Ing. HEINZ RICHTER
GÜNTERING, POST HECHENDORF, PILSENSEE/OBB.

Die guten Eigenschaften von **Rali-UKW-** u. **Fernsehantennen** kommen erst **recht zur Geltung,** wenn man sie montiert mit **Rali-UKW-** und **Fernsehkabel**

Verkaufsbüro für RALI-Antennen, WALLAU-LAHN
Schließfach 33, Fernsprecher Biedenkopf 8275

FUNKE-Oszillograf

für den Fernsehservice. Sehr vielseitig verwendbar in der HF-, NF- und Elektronik-Technik. Röhrenvoltmeter mit Tastkopf DM 169.50. Röhrenmeßgeräte, Antennenorter, Picomat (pF-Messung) Prospekte anfordern.

MAX FUNKE K.G. Adenau/Eifel
Spezialfabrik für Röhrenmeßgeräte

Gesucht wird

Multavi II oder Multizet · Röhrenvoltmeter · Service Meßgenerator 5 - 225 MHz · Service Wobbler für Fernsehen 174 - 223 MHz, 5,25 - 5,75 MHz · Fernseh-Prüfgenerator (Band I und III) · Fernseh-Service Oszillograf

Musik · Radio · Fernsehen · FRAUENHOFFER
Herrenberg / Württ., Marktplatz, Tel. 301

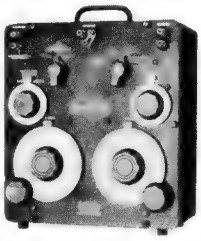
HF-TRANSISTOREN

OC weiß/schwarz	ca 3,5 MHz	DM 7.95
OC weiß/blau	ca 7,5 MHz	DM 8.95
OC weiß/grün	ca 12 MHz	DM 10.95

Alleinverkauf in Deutschland! Prospekte!

Radio-Scheck NURNBERG Innere Laufergasse

Negative Widerstände



messen – diese Aufgabe sollte der Ingenieur bewältigen können. Aber mit welchem Meßgerät? Die neue Z-Y-Brücke von GENERAL RADIO macht dies leicht und leistet noch wesentlich mehr: Zwischen 20 Hz und 20 kHz mißt sie **alle** Scheinwiderstände von $-\infty$ bis $+\infty$ nach Wirk- und Blindanteil. Sie ist **immer** abgleichbar und deshalb wahrhaft universell. In keinem Labor sollte sie fehlen. DM 2048.–.

DEUTSCHE
GENERAL-RADIO-VERTRETUNG
DR.-ING. NÜSSLEIN
ETTLINGEN-KARLSRUHE
DÖRNIGWEG 6

Original-LEISTNER-Gehäuse

für Ihre Konstruktionen · Wir liefern ab Lager · Händler, Institute Rabatte Verlangen Sie Angebot!

RADIO-RIM München 15 Bayerstraße 25

Radio-, Fernseh- und Schallplatten-Spezialgeschäft

in nordbayerischer Industriestadt, erstkl. eingef., ohne Vertr., Umsatz rd. DM 200000. – aus Gesundheitsgründen zu verkauf. Sofort. Übernahme bei Barzahl. v. DM 10000. –. Evtl. Verpachtung. Anfragen nur mit bankbestätigtem Kapitalnachw. unter Nr. 6935 F an Anzeigenabteilung d. FUNKSCHAU.

TRANSFORMATOREN

Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen

Herbert v. Kaufmann
Hamburg - Wandsbek 1
Rüterstraße 83

Gleichrichter-Elemente

und komplette Geräte liefert
H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

Lautsprecher-Reparaturen

in 3 Tagen gut und billig

RADIO ZIMMER
SENDEN / Iller

Bestens eingeführtes

Radio-, Fernseh- und Elektrogeschäft

im Raume Ostbayern, gesundheitshalber

zu verkaufen

Gut für einschl. Kaufmann, Radio- und Fernsehfachmann oder als Filialbetrieb für großes Unternehmen geeignet. Umsatz ca. DM 250000. – jährl. (Kann durch anlaufendes Fernsehgeschäft noch enorm erhöht werden). 95% des Umsatzes durch Verkauf, 5% durch Installation. Schaufensterfront 13 m. Bester Personalstand vorhanden. Zur Firmenablösung und Warenübernahme ca. DM 50000. – in bar erforderlich. Einführung und Beratung erfolgt auf Wunsch. 4-Zimmer-Wohnung mit Bad kann frei gemacht werden. Angeb. unt. Nr. 6950 B.

LORENZ

PPP 20. Funkschau 2/57, RPB Nr. 85 Übertrager M 85 symmetr. 2xEL 34 DM 16.— Netztrafo M 102 b dopp. Anode, 6,3 V - 5 A DM 24.—. **PPP 15.** Übertr. M 74 symmetr. 2 x EL 84 DM 14.25. Netztrafo M 85 b dopp. Anode, 6,3 V - 4 A DM 19.80.
Ultralinear-Übertr. 30 - 20000 Hz. G 2 Gegenkoppl. 17 W M 85 2xEL 84 Raa = 8 kΩ Ua = 300 V S. 5 Ω, 15 Ω u. 100 V DM 22.50. 35 W M 102 b 2xEL 34 Raa = 3,4 kΩ Ua 375 S. 5Ω, 15Ω u. 100 V DM 34.50. Netztrafos und Drosseln dazu auf Anfrage Mengenrabatte.

G. u. R. Lorenz, Roth b. Nürnberg · Trafobau

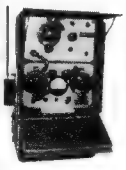
Wir suchen

Drehfeldgeber 20840 MTc

Von Interesse sind Mengen- und Preisangaben.

ROHDE & SCHWARZ · EINKAUF
München 9, Tassiloplatz 7

FEMEG



Englischer Sendeempfänger Type WS 48
Die wirklich preisgünstige komplette Funkstation für den Amateur. Frequenzbereich 6–9 MHz = 50–53 m. Komplett mit Zubehör zum Stückpreis von DM 195.—

US-Batterien in großer Auswahl – sehr preisgünstig verfügbar!

Englische Doppelkopfhörer mit Schnur und Stecker ca. 80 Ω, sehr gute Ausführung mit weicher Samtpolsterung. Stückpreis DM 12.50

Zielfernrohre Type KZF 2
Vergrößerung 1:2 (2 Prismen – 1 Umkehrlinse – Fadenkreuz) Länge 40 cm – DM 12.–

Kohlemikrofone „Feind hört mit" komplett mit Umschalter – Kapsel – Schnur – Stecker 2- od. 3 pol. DM 5.–

Englische Handmikrofone mit Kohlekapsel – Umschalter – Schnur – Stecker – vielseitig verwendbar – DM 6.50

Auslandsvertretung Schweiz:
Firma Schnellmann, Scheuchzerstraße 20, Zürich 6

MÜNCHEN 2, AUGUSTENSTRASSE 16, TEL. 593535

KSL Regel-Trenn-Transformator

für Werkstatt und Kundendienst, Leistung: 300 VA, Pr. 110/125/150/220/240 V durch Schalter an d. Frontplatte umstellbar, Sek. 180-260 V in 15 Stufen regelbar mit Glimmlampe und Sicherung. Dieser Transformator **schaltet** beim Regelvorgang **nicht ab**, daher keine Beschädigung d. Fernsehgerätes.

Mengenrabatt auf Anfrage.

Type RG 3 Preis netto **DM 138.—**

K. F. SCHWARZ Transformatorenfabrik
Ludwigshafen a. Rh., Bruchwiesenstr. 25, Tel. 67446

3000 Röhren-Typen ab Lager

Einmalige Preise							
		EAA 901	5.50	EK 2	5.95	UKW-Kabel	
		EAF 42	2.80	EL 3	4.95	m 16 Pfg.	
		EBC 41	3.20	UCH 81	3.60		
AF 3	4.10	EBL 1	5.95	1 U 4	2.95	FS-Kabel	
AF 7	3.95	EF 800	8.95	6 AK 5	4.50	m 20 Pfg.	

Händler verlangen 20 seitigen Katalog

FRANZ HEINZE COBURG
GROSSHANDLUNG · POSTFACH 507

Akku-Ladegerät

anschlußfertig für 2-4-6 V Ladestrom bis 1,2 Amp. für Kofferempfänger Motorrad und Auto, zum Preise von DMW 58.– brutto lieferbar.

KUNZ KG. Abt. Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10

WIR SUCHEN

bedingt durch den Aufbau eines weiteren Werkes, zum baldigen Antritt eine Anzahl

Laboranten
Arbeitsvorbereiter
Zeitnehmer
Planer
Leiter und Einrichter für die Stanzerei
Bandleiter
Gruppenleiter
Mechaniker
junge, versierte Rundfunktechniker

– Aufstiegsmöglichkeiten b. z. Bandleiter —

WIR WUNSCHEN

Mitarbeiter mit guten fachlichen Kenntnissen und Verantwortungsbewußtsein, die bereit sind, sich unserer Betriebsfamilie harmonisch einzuordnen.

WIR BIETEN

in unserem vorbildlich eingerichteten Werk, das in landschaftlich schöner Lage liegt, angenehme Arbeitsbedingungen in gesundem Betriebsklima bei angemessener Bezahlung – Dauerstellungen auf Lohn- od. Gehaltsbasis – Aufstiegsmöglichkeiten je nach Befähigung – Einarbeitung in modernste Fertigungsmethoden – Bei Bewährung Altersversorgung.

5-Tage-Woche – Kantinenbetrieb – in Kürze Junggesellenheim mit modern eingerichteten Räumen – Für Verheiratete ist die Wohnraumbeschaffung gesichert. –

WOLLEN SIE ZU UNS

dann reichen Sie bitte die üblichen Bewerbungsunterlagen mit Lichtbild und handgeschriebenem Lebenslauf ein an die Personalabteilung der

Akkord -RADIO GMBH,
HERXHEIM / PFALZ

Graetz FERNSEHEN RADIO

sucht für das Zweigwerk Bochum

❶ ***Nachwuchskräfte***
als Fein- oder Rundfunkmechaniker. Bei guter Einarbeit ist Gelegenheit gegeben, in Meister- oder Vorarbeiterstellen aufzurücken.

❷ ***Rundfunk- oder Fernsehmechaniker***
für interessante Prüffeldarbeiten.

Zimmer bzw. Wohnungen können gestellt werden.

Ausführliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbittet **GRAETZ K. G., Altena/Westfalen**

Für interessante Aufgaben in der Steuerungstechnik von Einzweckmaschinen für unsere Großserien-Fertigung suchen wir einen jüngeren

Elektro-Ingenieur (HTL)

Jungingenieure, die sich für dieses Arbeitsgebiet interessieren, haben die Möglichkeit, sich einzuarbeiten.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnissen und Lichtbild bitten wir zu richten an

Vorwerk & Co. Personalabteilung für Angestellte
Wuppertal-Barmen · Mühlenweg 21-37

Wir suchen sofort oder später für Frankfurt/M. jüngeren

Rundfunk-Mechaniker

für Kundendienstarbeiten an elektromedizinischen Verstärkergeräten (EKG und EEG). Gute Schul- und Fachausbildung erwünscht. Vor Einsatz Werkausbildung vorgesehen. Ausführliche Bewerbung mit Gehaltsansprüchen an

Röntgen- u. elektromedizinische Apparate
KURT PFEIFFER · Nürnberg-Frankfurt
Nürnberg · Marientorgraben 17

Für die Überwachung und Instandhaltung umfangreicher Nachrichten- und Steuerungsanlagen in einem Großtagebau des rheinischen Braunkohlenreviers wird ein geeigneter

MEISTER

gesucht.

Bewerber mit entsprechender Vorbildung und Erfahrung werden gebeten, Lebenslauf und Zeugnisabschriften zu senden an den Franzis-Verlag unter der Nr. 6930 A

Gesucht werden

Hochfrequenz-Elektriker

für Wartung und Neubau moderner Nachrichten- und Steuerungsanlagen in Tagebaubetrieben der rheinischen Braunkohle.

Bewerbungen mit Lebenslauf u. Zeugnisabschriften sind zu richten unter Nr. 6929 J

Hochfrequenz-Ingenieur

möglichst mit praktischen Erfahrungen in der Antennentechnik, für selbständige Entwicklungsarbeiten ins Rheinland gesucht. Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen und Nennung der Gehaltsansprüche, sowie des frühesten Eintrittsterminsunter Nr. 6926 S an Franzis-Verlag

---

Ingenieur

für Aufbau und Wartung von Radar-Anlagen, Radar-Trainergeräten und elektronischen Rechenanlagen und zum Service von elektronischen Meßgeräten in selbständige und ausbaufähige Stellung gesucht.

Englische Sprachkenntnisse erwünscht.

Bewerbungen unter Nr. 6947 V an den Franzis-Verlag erbeten.

Elektromechaniker

für Instandsetzungsarbeiten an registrierenden Geräten und Mitarbeit bei wissenschaftlichen Versuchen gesucht. Interessante u. gut bezahlte Dauerstellung für aufgeschlossene und geschickte Kraft. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften an Materialprüfamt Bauwesen T. H. München.

Jüngerer **Radio-Fernsehtechniker**

für Reparatur und Kundendienst in angenehme Dauerstellung gesucht. Gutes Fachgeschäft im Raume Oberbayern.

Bewerbungen, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüche erbeten unter Nr. 6952 N

SABA

Der Schwarzwald ist die waldreichste Landschaft Deutschlands mit einem gesunden Klima im Winter wie im Sommer. Schon diese äußeren Lebensbedingungen fördern die Pflege einer gediegenen, beständigen Arbeit. Durch die Schwarzwälder Präzision haben die SABA-Werke ihren Erzeugnissen Weltruf verschafft. 3200 Beschäftigte wirken mit, immer bessere Radio-Geräte, Fernseh-Empfänger und Tonband-Geräte zu produzieren. 1957 wurde der höchste Umsatz seit Bestehen der Firma erreicht. Dazu trug die SABA-Automatic, die ohnegleichen in der Welt ist, wesentlich bei.

Technische und kaufmännische Mitarbeiter der jungen Generation, die etwas leisten und erreichen wollen, sind bei SABA stets willkommen.

Wir suchen:

Rationalisierungs-Ingenieure
für interessante Aufgaben der Rundfunk-, Fernseh- und Tonband-Geräte-Fertigung.

Arbeitsplaner
mit REFA-Ausbildung,

jüngere Konstrukteure und technische Zeichner
für selbständige, elektrotechnische und feinmechanische Arbeiten,

jüngere Entwicklungs-Ingenieure
mit TH- oder HTL-Ausbildung für reizvolle Neuentwicklungen auf allen Gebieten,

Rundfunk- und Feinmechaniker, Musterbauer

Ländersachbearbeiter
für unsere **Exportabteilung** mit guten Kenntnissen der englischen und französischen Sprache und Exporterfahrung.

Eine gute Bewerbung ist zugleich eine gute Empfehlung für Sie. – Lichtbild, selbstgeschriebener Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehalts- und Wohnungswünsche sollten dabei nicht fehlen. Wir werden Ihre Zuschrift streng vertraulich prüfen und schnell beantworten.

SABA **Villingen / Schwarzwald**
Abt. P 12

Technischer Außenstellenleiter

möglichst Maschinen-Ingenieur, mit Erfahrung auf dem Gebiet der Elektrotechnik für angenehme Dauerstellung im Raum Flensburg gesucht.

Bewerbungen mit ausführlicher Darstellung der Berufsentwicklung und Angabe von Referenzen erb. unter Nr. 6946 U.

Ehrlichen, gut ausgebildeten

Rundfunktechniker

bis spätestens 1. April 1958 gesucht.

H. Winkelmann
Soltau
Radio-Spezial- und Elektrohaus

Wir suchen für unseren geophysikalischen Meßtrupp einen

Radio- bzw. Hochfrequenztechniker

Der Einsatz erfolgt in ständigem Außendienst innerhalb der Bundesrepublik.

Bewerber b. z. 30 J. werden um Einreich. v. Unterlagen m. Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschr. u. Gehaltsforderung gebeten an

GEWERKSCHAFT BRIGITTA, Erdöl-, Bohr- und Gewinnungsbetrieb, Hannover, Kolbergstraße 14.

Jungem

Rundfunk-Mechaniker

wird Dauerstellung geboten. Gelegenheit, sich in der Fernseh-Technik auszubilden. Kost und Wohnung im Hause.

RADIO-WILMER
Stadtlohn/Westf.

Erstklassiger Fernsehtechniker

bei guter Bezahlung als **WERKSTATTLEITER** in obb. Gebirgsort zum raschestmöglichen Eintritt gesucht, möglichst mit Führerschein.

Bewerbungen, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüche erbeten unter Nr. 6951 K

Radio- und Fernsehmechaniker

für München,

Radiomechaniker

für Dachau gesucht.

Bewerbungen erbeten an:

EUROPEAN EXCHANGE SYSTEM
South German District, München 12
Landsberger Str. 128

Erbenloses Ehepaar

Inhaber eines Rundfunk-Fernsehgeschäftes mit DM 700 000.— Jahresumsatz sucht tätigen Teilhaber, möglichst mit Meisterprüfung. Zuschriften unter Nr. 6932 C erbeten an den Franzis-Verlag, München 2

Wir suchen für interessante Labortätigkeit einen jüngeren

Schwachstromingenieur oder Techniker

mit guten Kenntnissen in der Elektroakustik. Erwünscht sind Kenntnisse in Bau oder Entwicklung elektrodynamischer Lautsprecher.
Geboten wird, bei Eignung, gut bezahlte Dauerstellung.
Bewerbungen unter Nr. 6934 E

Tüchtiger

Rundfunk- und Fernsehtechniker oder Meister

für den Raum Aachen für sofort oder später gesucht. Wohnmöglichkeit vorhanden.

Angebote mit Gehaltsansprüche, an den Franzis-Verlag unter Nummer 6928 L

Tüchtigen

Rundfunk- u. Fernseh-Techniker

(oder Meister) zum baldigen Eintritt in Dauerstellung gesucht. Neubauwohnung steht zur Verfügung.

Bewerbungen, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüche erbeten an
Radio Müller K. G., Jülich, Reg.-Bezirk Aachen

Biete **Werkstatt-Techniker**

angenehme Dauerstellung nach Ravensburg. Kenntnisse in Fernseh- und Radioreparaturpraxis Grundbedingung. Möglichst unverheiratet. Führerschein Klasse 3 erwünscht.

Bewerbungen mit Zeugnissen, Lichtbild und Gehaltsansprüchen unter Nr. 6949 A erbeten.

Handelsvertreter Gebiet 13a, bei Rundfunk-, Elektroeinzelh. u. Industrie gut eingeführt **übernimmt Vertretung für** Rundfunk-, Fernsehgeräte, Spezialgeräte u. Zubehör, elektronische Geräte und Meßgeräte. Kundendienst für elektron. Geräte kann übernommen werden. Technisch versiert. PKW u. Tel. vorhanden. Zuschr. erb. unt. Nr. 6933 D.

Wer hat Lust, im schönen Allgäu zwischen Bodensee und Alpenkette in namhaftem Fernsehfachgeschäft als

Fernsehservice-Techniker

tätig zu sein? Bestens eingerichtete Werkstätte mit allen Meßgeräten und Zubehörteilen vorhanden.
Eilangebote unt. Nr. 301 an die Funkschau.

Industrieller

mit Alleinverkauf in Deutschland

für großen amerikanischen Radio- und Fernseh-Hersteller

sucht mit entspr. Kapitaleinlage Beteiligung an nur gut gehendem Radio-Einzelhandelsgeschäft in bester Geschäftslage einer Großstadt. Angebote, die vertraulich behandelt werden, an:

Dröll & Scheuermann
FRANKFURT/MAIN · ROSSMARKT 15
Sammel-Nummer 20056

Junger, strebsamer

Radio- und Fernsehtechniker

ledig, in ungekündigter Stellung, Führerschein, vertraut mit allen vorkommenden Reparatur-Arbeiten, sucht neuen Wirkungskreis in Industrie oder Einzelhandel. Angeb. unter Nr. 6948 L.

Phono-Techniker

21 Jahre, Führerschein 3, mit sehr guten Kenntnissen in der Radio-Tonbandtechnik, möchte sich verändern, möglichst als Tontechniker Angebote unter 6931 B

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Karlstraße 35, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.–. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.– zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Karlstraße 35.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Rundfunkmech. od. Meister zum 1. 3. 1958 gesucht. Raum Herford. Angeb. unter Nr. 6936 N

Radio- und Fernsehtechniker-Meister, 28 Jahre, Führerschein III, sucht neuen Wirkungskreis. Wohng. erwünscht. Nordrhein-Westfalen bevorzugt. Ang. u. Nr. 6942 S

Jüng., selbst. **Rundfunk-Mechaniker** für sofort od. später gesucht. Bewerbung u. Nr. 6953 A erb.

VERKAUFE

Für elektronische Orgel, 2 Tastenmanuale kompl. montiert m. sämtl. Trimmwid. NEU (RIM) zu verk. je DM 100, außerd. Funkschau Jg. 48 u. 49 u. Funktechnk Jg. 49. Ang. unter Nr. 6919 L

1 Stck. Empf. Meßsender K.M.L., 5 Stck. Zerhackergeräte (Wehrm.) 4 V sek. 120 V, 25 mA, ca. 120 Röhren überwiegend Wehrm. (neu), 1000 Stck. Widerstände (neu), 2 Stck. Endverstärker 20 W (neu Siemens), 20 Stck. Ausgangstrafos 4...10 W, 10 Stck. Netztrafos, 8 Stck. Lautsprecher 4...10 W, versch. Meßgeräte, 30 Stck. Becherblocks NSF 1 u. 2 µF. Zuschr. an Ing. Theodor Bern, Gemünden, Brückleinsweg 5

Kurbelmast 8,5 m zu verk. DM 220.–. Zuschr. unter Nr. 6940 P

Lautsprecher-Anlage bestehend aus: Lautsprecher „Telefunken", Verstärker Ela V 300, Tischgerät mit Engels-Umformer 12 V auf 220 V, samt Zubehör preiswert abzugeben. Gegebenenfalls wird 16-mm-Tonfilmgerät dafür in Zahlung genommen. Paetzel & Sell, Naila/Ofr.

FS-Einheit I (Richter) DM 160.–. F. Piffl, Chieming 3/Obb.

TONSTUDIO ELEX: Hi-Fi-Anlagen für private u. gewerbl. Zwecke; Elektroartikel jed. Art – herabgesetzte Preise – individuelle Beratung – Bandaufnahmen im Studio od. auswärts. Ing. Schneider, München, Richard-Strauß-Str. 13, Tel. 45 24 82

2 tragbare Funksprechgeräte, 2 m, FM, mit Röhren und 1 Satz Quarze, ohne Batterie, f. Wechselsprechen, Stück DM 100.– zu verkaufen. Zuschr. unter Nr. 6944 Q

Tonbandamateure! Verlang. Sie neueste Preisliste über Standard- u. Langspielband und das neue SUPER-Langspielbd. m. 100% läng. Spieldauer Tonband-Versand Dr. G. Schröter, Karlsruhe-Durlach, Schinnrainstr. 16

Gelegenh.! Foto-, Film-App., Ferngläs., Tonfol., Schneidger. usw. Auch Ank. **Studiola, Frankf./M 9**

Billige Wehrmachtsbestände (Sender- und Empfängerteile), Angebotsliste kostenlos. **Krüger, München,** Erzgießereistraße 29

Verkaufe Kurzw. - Empf. A, 960 bis 10 000 kHz, Torn. Empf. B 98...7075 kHz, Torn. Fu. t. 2200...3000 kHz. Geräte sind betriebsklar. Zuschr. unter Nr. 6945 B

SUCHE

Rohde & Schwarz L-Meßber. LRH, 0,1 µH...10 mH und R. & Schw. C-Meßbr. KRH, 0...0,4 µF, **Neumann Elektronik GmbH, Mülheim/Ruhr**

Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. gegen Kasse zu kauf. gesucht. **SZEBEHELY,** Hamburg-Altona, Schlachterbuden 8

Röhren aller Art kauft geg. Kasse Röhr.-Müller, Frankfurt/M., Kaufunger Straße 24

Labor-Instr., Kathographen, Charlottenbg. Motoren, Berlin W. 35

Kaufe Röhren, Gleichrichter usw. **Heinze, Coburg,** Fach 507

Rundfunk- und **Spezialröhren** aller Art in groß. und kleinen Posten werden laufend angekauft. **Dr. Hans Bürklin, München 15,** Schillerstr. 18, Telefon 5 03 40

Meßgeräte, Röhren, EW, Stabis sowie Restposten aller Art. **Nadler, Berlin-Lichterfelde,** Unter den Eichen 115

Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhren geg. Kasse zu kauf. gesucht. **Intraco GmbH.,** München 2, Dachauer Str. 112

Suche Hf-Kurvenschreiber HK 10 M (Klemt). Joh. Hermann, Konstanz, Sigismundstraße 16

Gummimuscheln für Panzerkopfhörer bzw. auch kompl. Panzerkopfhörer zu kaufen gesucht. Angebote unter Nr. 6937 W

Dreischleifen-Oszillograf gesucht. Preisangebote unter Nr. 6941 V

Mehrere UKW-Empfäng. Type Fu.H.E. (Emil) 25 b. 170 MHz ges. Angeb. u. Nr. 6832 M

Hans Hermann FROMM sucht ständig alle Empfangs- und Senderöhren, Wehrmachtsröhr., Stabilisatoren, Osz.-Röhr. usw. zu günst. Beding. **Berlin-Wilmersdorf,** Fehrbelliner Platz 3, Tel. 87 33 95

VERSCHIEDENES

Zum gemeinsam. Einkauf größerer Posten, Geräte usw., Partien oder Restposten, suchen wir noch interessierte Kollegen. Es kommen nur barzahlende Fachhändler in Frage. Näheres unter 6939 K

Das in der ganzen Welt bewährte **Sony-Tonband**
jetzt auch in Deutschland zu haben:

Standardband 15/260 m
DM 15.– brutto

Leerspule Nr. 15
DM 2.40 brutto

Generalvertretung für Deutschland:

TETRON Elektronik GmbH.
Nürnberg · Königstraße 85 · Tel. 2 50 48

Er ist endlich da – unser neuer **Katalog**

über Meßgeräte, Transistor-Tester, Röhren, Elkos, Antennen, Lautsprecher, Verstärker, Mikrofone, Phono-Chassis, Magnetbandgeräte, Superhet Voll-Transistorgeräte, Werkzeuge, Rokal-Spielzeug-Eisenbahnen, Einzelteile-Zubehör sowie Fachliteratur.
Völlig neue Auflage mit neuesten Preisen, einigen hundert Abbildungen und Zeichnungen. Ein unentbehrliches Nachschlagewerk für Wiederverkäufer, Institute, Schulen, Labors usw.
Schutzgebühr DM 1.25 bei Voreinsendung des Betrages auf Postscheck-Konto Bln. West 24531. Bei Nachnahmeversand DM 1.65.

Fordern Sie daher bitte sofort diesen Katalog von

Radio-Fett
BERLIN-CHARLOTTENBURG 5
Wundtstraße 15 und Kaiserdamm 6

„Spica"
Superhet-Empfänger

mit 6 Volltransistoren und 1 Diode.

Gehört mit zu den kleinsten Superhetgeräten der Welt.

Alle Vorzüge vereinen sich in diesem Gerät:

- **Vorzügliche Präzisionsarbeit;**
- **große Lautstärke;**
- **brillante Tonwiedergabe;**
- **reiche Senderauswahl**
- **und günstige Preisgestaltung.**

Frequenzber.: 535 — 1605 KC
Output: 65 mW (Max.)
Größe: 126 x 88 x 34 mm
Gewicht: 350 Gramm

Betriebszeit über 100 Std. mit 4 Pertrix- oder Daimon-Minizellen 1,5 V ..... per Stück DM **-.35**

Gerät komplett spielfertig ..... DM **149.50**

Lederbereitschaftstasche ..... DM **9.50**
Miniatur-Kopfhörer (Ohr-Clip) ..... DM **5.50**

Radio-Fett
Berlin-Charlottenburg 5 · Versandabteilung Wundtstraße 15

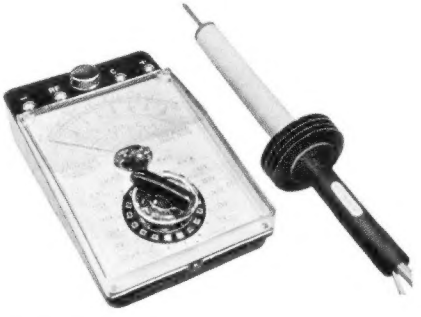
Alleinvertrieb für Deutschland und die Nachbarländer

Neuheiten in Deutschland

Televisions Universal Tester

Meßgeräte mit weiteren Meßbereichen, höchster Genauigkeit, geringem Eigenverbrauch, exakte Ausführung und erstaunlich niedrige Preisgestaltung.

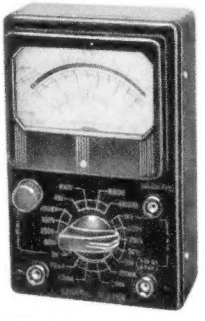
Modell SU 2 A ▶
Vielseitig verwendbares Meßgerät mit **24** Meßbereichen, Widstd. Spannung und Stromstärke, einschließl. Hochvolt-Tastkopf 12 kV
Eigenverbrauch **6000** Ω/V DM 75.-



Modell TS ▲
Vielfachmeßgerät mit techn. Daten wie Modell SU 2 A, jedoch mit Hochvolt-Tastkopf bis 17,5 kV
Eigenverbrauch **10 000** Ω/V DM 85.-

Modell M-70 ▲
Röhrenvoltmeter und Universalmeßgerät mit **60** Meßbereichen, zuzüglich Hochvolt-Tastkopf bis **30 000 kV** . . . . . DM 225.-

◀ **Modell SC**
Universal-Meßgerät **18** Meßbereiche, Widstd.-Messung bis 2 MΩ, Eigenverbrauch **6000** Ω/V DM 65.-

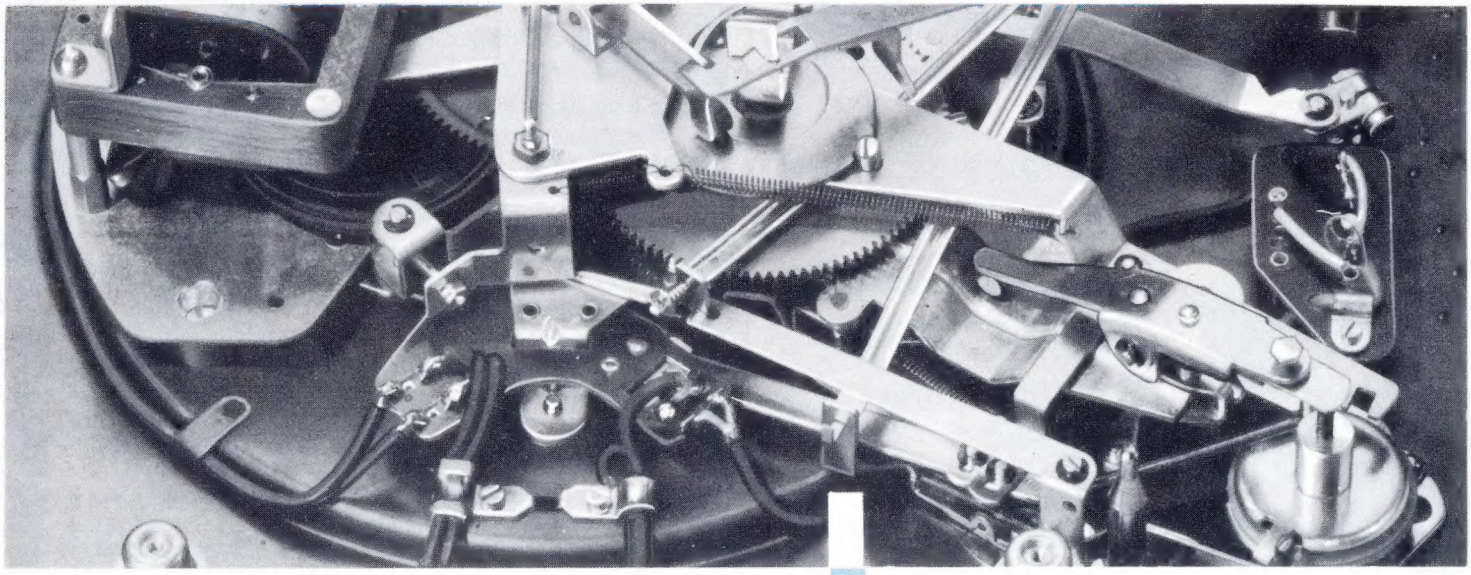


◀ **Modell TR 6**
Universalmesser mit **22** Meßbereichen Widstd.-Messung bis 5 MΩ, Eigenverbrauch **20 000** Ω/V DM 85.-

Alle Meßgeräte ermöglichen die Messung von Wechsel-, Gleich- und Hochspannung; Widerstand, Isolations- und Gleichstromprüfung, Dezibel, Induktivitäten und Kapazitätsbereichen. — Reichliches Zubehör wie Prüfschnüre, Prüfspitzen und Hochvolt-Tastköpfe. Außergewöhnliche Garantie-Verpackung. Ausführliche technische Unterlagen und Abbildungen werden kostenlos zugesandt.

Spez. Röhren- und Meßgeräteversand
Berlin-Charlottenburg 5
Wundtstraße 15

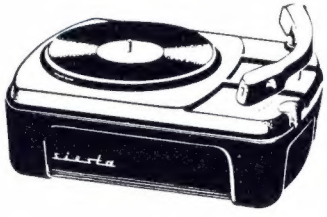
DUAL Präzision
auch im party Koffer



Verstärkerkoffer
DUAL party 295 V DM 238.—

Wechslerkoffer
DUAL party 1004 DM 198.—

Phonokoffer
DUAL party 295 DM 108.—



Heimphono
DUAL siesta DM 84.—

212

Bez.15
Hans Schimmel
Tel 10/IV 1..

Gebrüder Steidinger, St. Georgen/Schwarzwald